

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 06 December 2000 (06.12.00)	
International application No. PCT/JP00/02670	Applicant's or agent's file reference 200067-5069
International filing date (day/month/year) 24 April 2000 (24.04.00)	Priority date (day/month/year) 22 April 1999 (22.04.99)
Applicant MATSUDA, Yuji	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
17 November 2000 (17.11.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer R. Forax Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

# PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YAMANO, Mutsuhiko  
Room 701, Sumino-Fujisawa  
518, Fujisawa  
Fujisawa-shi  
Kanagawa 251-0052  
JAPON

RECEIVED

NOV. 11. 2000

YAMANO  
&  
ASSOCIATES

Date of mailing (day/month/year) 02 November 2000 (02.11.00)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference 200067-5069			
International application No. PCT/JP00/02670	International filing date (day/month/year) 24 April 2000 (24.04.00)	Priority date (day/month/year) 22 April 1999 (22.04.99)	
Applicant COPYER CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
CN, EP, JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 02 November 2000 (02.11.00) under No. WO 00/64677

### REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

### REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 GENEVA 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer J. Zahra</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
---	---

Express Mail #EL898003059US

47  
**Translation**

PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

09/937858  
RECEIVED

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

(PCT Article 36 and Rule 70)

TC 2800 MAIL ROOM

Applicant's or agent's file reference 200067-5069P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/02670	International filing date (day/month/year) 24 April 2000 (24.04.00)	Priority date (day/month/year) 22 April 1999 (22.04.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC B41J 2/01, 2/21, 29/46, 19/18		
Applicant COPYER CO., LTD.		

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.  
  
☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  
  
These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 17 November 2000 (17.11.00)	Date of completion of this report 16 July 2001 (16.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/02670

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

## Claims 1 to 8

An image-forming device wherein "the position-detecting means for detecting the position of the carriage in the main scanning direction comprises a low resolution position-detecting means for detecting based on the linear scale attached to the path of movement of the carriage and a high resolution means for detecting positions below the minimum unit determined by the resolution of the aforementioned low resolution position-detecting device" is not disclosed in any of the documents cited in the international search report. Moreover, it is not obvious to a person skilled in the art.

## Claims 9 and 10

An image-forming device wherein "the pattern-printing means that prints the test patterns containing a pre-determined pattern element divides the vertical bar into multiple portions, the multiple dots which constitute each of the vertical bar portions are divided up between different sections of the head and recorded in sequence in multiple paths" is not disclosed in any of the documents cited in the international search report. Moreover, it is not obvious to a person skilled in the art.

Claims 11 and 12

A method for detecting any discrepancy between the actual printing position where printing has occurred on the printing paper and the corresponding printing target position wherein "once the detection of a printed predetermined printing element in the target position on the printing paper occurs, not only is the low resolution position detected based on the linear scale, but in addition the high resolution position within the unit interval is detected using a timer, and the difference between the detected position and the printing target position is established" is not disclosed in any of the documents cited in the international search report. Moreover, it is not obvious to a person skilled in the art.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/02670

## VI. Certain documents cited

### 1. Certain published documents (Rule 70.10)

<u>Application No. Patent No.</u>	<u>Publication date (day/month/year)</u>	<u>Filing date (day/month/year)</u>	<u>Priority date (valid claim) (day/month/year)</u>
JP 2000-94718 A [E,X]	04 April 2000 (04.04.2000)	14 July 1999 (14.07.1999)	21 July 1998 (21.07.1998)

### 2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

<u>Kind of non-written disclosure</u>	<u>Date of non-written disclosure (day/month/year)</u>	<u>Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)</u>

English Translation of  
PATENT COOPERATION TREATY  
PCT  
INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

Applicant's or agent's file reference: 200067-5069P  
International application No.: PCT/JP00/02670  
International filing date (day/month/year): 24.04.00  
Priority date (day/month/year): 22.04.99  
International Classification: Int. CL<sup>7</sup> B41J2/01, B41J2/21,  
B41J29/46, B41J19/18  
Applicant: Copyer Co., Ltd.

Date of submission of the demand: 17.11.00  
Date of completion of this report: 16.07.01

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of:  
international application documents, originally filed,

V. Reasoned statement under Article 35 (2) with respect to  
novelty, inventive step or industrial applicability; citations  
and explanations supporting such statement:

1. STATEMENT:

Novelty (N)	Claims 1-12	YES
Inventive step (IS)	Claims 1-12	YES
Industrial Applicability (IA)	Claims 1-12	YES

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS (PCT rule 70.7):

Claims 1-8

No references cited in the international search report  
disclose the feature "said position detecting means comprises



low-resolution position detecting means based on a linear scale provided on a movement path of said carriage and high-resolution position detecting means for detecting a position more finely than a minimum unit determined by a resolution of said low-resolution position detecting means" in an image forming device, and it is not obvious to a person of ordinary skill in the art, either.

#### Claims 9-10

No references cited in the international search report disclose the feature "pattern printing means for detecting a position of the carriage in said main scanning direction divides said vertical bar into a plurality of portions and causes each of different portions of a single head to print a plurality of dots sequentially in a plurality of passes, said plurality of dots constituting a portion of said vertical bar" in an image forming device, and it is not obvious to a person of ordinary skill in the art, either.

#### Claims 11-12

No references cited in the international search report disclose the feature "detecting a low-resolution position based on said linear scale when the print element printed at a target position on the print paper is detected and, detecting a high-resolution position within the unit interval with said timer, and obtaining the deviation between the detected position and said print target position" in a method for detecting a deviation between a print position actually printed on a print paper by a head and a print target position, and it is not obvious to a person of ordinary skill in the art, either.

2nd copy  
of English  
Translation

09/937858  
410 Rec'd PCT/PTO 28 SEP 2001

1

SPECIFICATION  
IMAGE FORMING DEVICE

Technical Field

- 5       The present invention relates to an image forming device that forms an image with the ink jet recording method.

Background Art

- 10       In the ink jet recording method, pulse signals are applied to a heater disposed in an ink-filled nozzle to heat the heater, to boil ink, and to cause the boiled ink to increase the vapor pressure to jet ink. To use this method on an image forming device, a plurality of nozzles are arranged to form one recording head, and a plurality of recording heads (for example,  
15   for jetting ink in cyan, magenta, yellow, black, and so on) are combined, to form a full-color image.

- 20       Conventionally, when forming an image using a plurality of recording heads by the ink jet recording method, the problem is that a horizontal deviation between any two recording heads, as shown in FIG. 14(a), is sometimes introduced when the recording heads are mounted on a carriage at a factory at shipment time or when a service engineer or a user replaces one or more recording heads. (In the example shown in the figure, the recording head of cyan (C) is deviated from the correct position by W). This  
25   deviation sometimes generates vertical stripes at print time and results in an unevenly printed image. Similarly, a vertical deviation between any two recording heads introduced when the

Express Mail #EL898003059LS

heads are mounted, as shown in FIG. 14(b), sometimes generates horizontal stripes and results in an unevenly printed image.

In addition, on a device that uses a linear scale for establishing ink jet synchronization to jet ink at correct  
5 positions in the main scanning direction of the recording head, a jet position deviation ( $W2 + W3$ ) may occur during forward and backward printing depending upon the movement speed of the carriage, sometimes resulting in an uneven image printing. This deviation is caused by a delay generated before the ink is  
10 jetted from the time of passing the slit position as shown in FIG. 14(c).

Therefore, when a color registration error (hereinafter called a registration deviation) occurs through the recording head replacement or for some other reasons, the individual  
15 recording heads must be registered (i.e. registration adjustment). A registration deviation amount must be detected before making the registration adjustment. There are two methods of detecting registration deviation amounts: one is to print a particular test pattern, designed to make a registration  
20 deviation readily detectable, on paper so that human beings can check the print result to manually detect a registration amount, and the other is to cause a sensor to read a test pattern to detect a registration deviation.

The technology for reading the test pattern via a sensor is  
25 disclosed in Japanese Patent Laid-Open Publication No. Hei 7-323582. As shown in FIG. 15, the base recording head, one of a plurality of recording heads, and each of the other recording

heads print a pattern made up of two parallel bars (pattern elements) to allow the sensor to read the same position of the parallel bars twice to detect the recording head deviation amount. That is, in the first scan, the sensor senses the width  
 5 of each pattern element to calculate the center dot position thereof. Then, in the second scan, the sensor senses the width  $W_1$  between the pattern elements of the base head, based on the center dot positions of the pattern elements. Repeating the above-described operation for the pattern element of the base  
 10 head and those of the other heads to calculate the widths (distances)  $W_2, \dots$ , between the pattern elements of the base head and those of the other heads. Then, the head deviation amount  $\epsilon W$  is calculated based on the difference of those widths.

15 To do so, a comparator 1502 converts the analog signal, which is output from a sensor 1501, into a binary (bi-level) signal as shown in FIG. 16. In the first scan, this binary signal is sampled in a predetermined timing in accordance with a timer 1503. Each time a pattern element is read, a CPU 1505  
 20 references the value of the timer 1503 to read the pattern width data of each of two pattern elements. After the scan is terminated, the distance from the edge of the pattern element to the center dot is calculated from the scan speed and the sampling frequency, based on the width data of each of two  
 25 pattern elements. After that, setting the center value of each pattern element in the timer 1503 immediately before the pattern is read in the second scan causes the timer 1503 to output a

carry signal at the time the carriage reaches the center position of the pattern element. By operating a timer 1504 using this carry signal, the distance between the center dot position of a pattern element and that of another pattern element is calculated. This is done for the pattern elements of the base head and for the pattern elements of the base head and other heads to calculate the head deviation amount  $\Sigma CW$ .

However, in this case, the signal is sampled in a predetermined timing. Therefore, the carriage speed varies during carriage scanning, from scan to scan, or from device to device due to various mechanical factors such as the tension of a drive belt connecting the carriage and the motor. This variation is accumulated in the sampling results, sometimes affecting the precision of registration adjustment. In addition, detecting each pattern-to-pattern width  $W_1, W_2, \dots$  requires the carriage to scan twice, thus requiring a long detection time and, at the same time, doubling the accumulation variation.

This applies also to the paper conveyance direction. Variations in the paper conveyance roller diameter, eccentricity, and gears connecting the motor to the roller generate accumulation variations in the accumulated sampling results.

In view of the foregoing, it is an object of the present invention to provide an image forming device capable of precisely detecting a recording head deviation when the recording head has been replaced.

In addition, variations in the shape or the direction of nozzles, introduced when manufacturing the recording head, will cause ink droplets to be jetted, not in exactly correct positions in a straight row as shown in FIG. 23(a), but in positions shifted vertically and/or horizontally as shown in FIGS. 23(b)-23(d). In the method described above in which a test pattern is read by the sensor to detect a registration deviation amount, two parallel pattern elements are printed by the base head and each of other heads. Then, the sensor reads the width of each pattern element from the edges of the pattern as well as the distance between the centers of the pattern elements of the base head and each of the other heads. Therefore, variations in the edges of pattern elements are generated as described above, and those variations generate read errors.

Also, when mounting a recording head 101 on a carriage 106, mechanical variations in the recording head 101 and the carriage 106 may cause the recording head 101 to be inclined with respect to the main scanning direction as shown in FIG. 24. In addition, the position at which a sensor 110 is mounted on the carriage 106 may vary according to the device. The recording head 101, if inclined with respect to the carriage 106, causes the pattern elements to be inclined as shown in FIGS. 25(b) and 25(c) although those pattern elements should be vertical bars (FIG. 25(a)). On the other hand, if the sensor read positions in the longitudinal direction of the pattern element vary as indicated by A to D, detection errors up to the value  $d$  occur.

As described above, there is a possibility in the conventional registration detection method that the pattern detection result varies greatly according to the manufacturing variations in the recording head 101, how the recording head 101 is mounted on the carriage 106, and how the sensor 110 is mounted.

Therefore, it is another object of the present invention to provide an image forming device capable of detecting a test pattern more precisely in order to precisely detect a head deviation when a recording head has been replaced.

#### Disclosure of Invention

An image forming device according to the present invention forms an image on a print paper in an ink jet recording method with a plurality of heads. The device comprises main scanning direction moving means for moving a carriage in a main scanning direction, the carriage having the plurality of heads mounted thereon; paper conveying means for conveying the print paper in a sub-scanning direction; pattern printing means for printing, with at least one head, a test pattern including predetermined pattern elements; pattern detecting means, mounted on the carriage, for detecting the pattern elements of the test pattern printed on the print paper by the printing means; binary conversion means for binarizing an output of the pattern detecting means; position detecting means for detecting a position of the carriage in the main scanning direction; and calculating means for moving the carriage to detect the pattern

elements of the test pattern with the pattern detecting means, for detecting a print position of the pattern elements based on a detection result of the position detecting means when a rising and/or falling edge of a binary signal obtained by the binary  
5 conversion means is generated, and for calculating a mounting deviation amount of each head in the major scanning direction, wherein the position detecting means comprises low-resolution position detecting means based on a linear scale provided on a movement path of the carriage and high-resolution position  
10 detecting means for detecting a position more finely than a minimum unit determined by a resolution of the low-resolution position detecting means. In this way, the device according to the present invention detects the position of the carriage at a time of a change in the output from the pattern detecting means,  
15 allowing the position of the pattern element to be detected precisely without being affected by the carriage speed variations generated by mechanical causes. In addition, the mounting error of each head may be obtained by finding the position of the pattern element in one single scan and by  
20 comparing it with the indicated print position of the pattern. Combining the low-resolution position detecting means with the high-resolution position detecting means makes it possible to detect the position of the pattern element more precisely.

The test pattern is, for example, at least one vertical bar  
25 extending in the sub-scanning direction almost perpendicular to the main scanning direction.

The test pattern may include, for each head and as a



pattern element, at least one horizontal bar extending almost in parallel with the main scanning direction. In this case, the device further comprises conveyance amount detecting means for detecting a conveyance amount of the print paper in the sub-scanning direction almost perpendicular to the main scanning direction; and measuring means for measuring the conveyance amount equal to or smaller than the unit of the timer of the conveyance amount detecting means. The calculating means moves the print paper, on which the test pattern is printed, with the use of the paper conveying means with respect to the carriage to detect the pattern elements of the test pattern with the pattern detecting means, detects the print position of the pattern elements based on the detection results of the conveyance amount detecting means and the measuring means when a rising and/or falling edge of the binary signal obtained by the binary conversion means is generated, and calculates an amount of mounting deviation of each head in the sub-scanning direction based on the print position of the pattern elements printed by each head.

20       The pattern detecting means is a reflective sensor comprising a light emitting element and a light receiving element.

      The low-resolution position detecting means comprises, for example, a counter for counting a timing signal based on the linear scale, and the high-resolution position detecting means comprises a timer which is initialized by the timing signal and measures a time with a predetermined clock signal.

The pattern printing means may cause each of different portions of a single head to print a plurality of dots sequentially in a plurality of passes, the plurality of dots constituting a portion of the vertical bar. This method, what  
5 we call multi-pass recording, reduces horizontal positional deviations at upper and lower portions of the vertical bar caused by head skews or variations in head recording elements.

The calculating means uses the pattern detecting means to detect the vertical bar at least two positions in a longitudinal  
10 direction of the vertical bar to obtain a print position of the vertical bar based on an average value of the detected results. This processing averages pattern position detection errors.

In addition, the device may further comprise means for measuring a unit time interval of the linear scale at a time the  
15 pattern elements are detected; and means for correcting a measured value of the timer based on the measured value and a theoretical value of the unit time interval. This configuration eliminates the effect of carriage speed variations when detecting the position within the unit time interval.

20 Preferably, the calculating means calculates the center position of the width of the pattern element based on both edges of the obtained pattern element. This method eliminates the dependency of the position detection result upon the paper types and paper floating.

25 A method according to the present invention, for use on an image forming device with a linear scale provided on a carriage movement path, for detecting a deviation between a print

position actually printed on a print paper by a head and a print target position comprises the steps of providing a timer for detecting a position within a unit interval determined by a resolution of the linear scale; printing a predetermined print  
5 element at the target position on the print paper by the head mounted on a carriage that scans in a major scanning direction; detecting the print element with a sensor mounted on the carriage; and detecting a low-resolution position based on the linear scale when the print element is detected and, detecting a  
10 high-resolution position within the unit interval with the timer, and obtaining the deviation between the detected position and the print target position.

#### Brief Description of Drawings

15 FIG. 1 is a diagram showing the main unit of an image forming device in an embodiment of the present invention.

FIG. 2 is a diagram showing the control block in the embodiment of the present invention;

FIG. 3 is a diagram showing a test pattern (print pattern)  
20 used in the embodiment of the present invention;

FIG. 4 is a diagram showing the configuration of a sensor used in the embodiment of the present invention;

FIG. 5 is a diagram showing the configuration of a pattern detector used in the embodiment of the present invention;

25 FIG. 6 is a diagram showing a print pattern and the sensor output timing in the embodiment of the present invention;

FIG. 7 is a diagram showing the timing in which a linear

scale output is obtained when an interrupt is received in the embodiment of the present invention;

FIG. 8 is a diagram showing how the sensor output changes when a paper floating occurs in the embodiment of the present invention;

FIG. 9 is a diagram showing an example of print results in the embodiment of the present invention;

FIG. 10 is a diagram showing the internal circuit of a recording head in the embodiment of the present invention;

FIG. 11 is a diagram showing an image formation procedure in the embodiment of the present invention;

FIG. 12 is a diagram showing the configuration of a linear scale and a print timing in the embodiment of the present invention;

FIG. 13 is a flowchart showing an example of registration adjustment after a head is replaced in the embodiment of the present invention;

FIGS. 14(a), 14(b), and 14(c) are diagrams showing print results when a head is deviated in position;

FIG. 15 is a diagram showing a print pattern used to detect a registration deviation in a conventional method;

FIG. 16 is a diagram showing a control circuit used to detect a pattern in the conventional method;

FIG. 17 is a diagram showing a control block in a second embodiment of the present invention;

FIG. 18 is a timing chart showing the second embodiment of the present invention;

FIG. 19 is a diagram showing the internal block of a head control unit in a third embodiment of the present invention;

FIGS. 20(a) and 20(b) are diagrams showing how multi-pass printing is performed in the embodiment shown in FIG. 19;

5        FIGS. 21(a) and 21(b) are diagrams showing the difference in print results between single-pass printing and multi-pass printing in the embodiment shown in FIG. 19;

FIGS. 22(a), 22(b), and 22(c) are diagrams showing a head that is inclined and print results in the embodiment show in  
10    FIG. 19;

FIG. 23 is a diagram showing how head manufacturing variations affect the jet of ink;

FIG. 24 is a diagram showing variations in the mounting of a head on a carriage; and

15        FIGS. 25(a), 25(b), and 25(c) are diagrams showing how variations in the mounting of a head on a carriage affect the jet of ink.

#### Best Mode for Carrying Out the Invention

20        Some embodiments of the present invention will be described more in detail with reference to the drawings.

FIG. 1 is a diagram showing the general configuration of an ink jet image forming device in the form of a serial printer according to the present invention. Black, yellow, magenta, and  
25    cyan ink are supplied from the ink tanks to recording heads 101Bk, 101Y, 101M, and 101C each via an ink tube (both not shown). A recording head 101 is driven by a recording head

driver or the like in response to the recording signal corresponding to recording information from a main controller (not shown). This causes ink droplets to be jetted from the recording head 101 onto a print paper 102 for color recording.

5       A sub-scanning motor (a paper conveyance motor) 103, which is a driving source for intermittently feeding the print paper 102, drives a conveyance roller 104 via gears. A main scanning motor 105 is a driving source that causes a carriage 106, with the recording head 101 thereon, to scan in the directions  
10 indicated by arrows A and B via a main scanning belt 107.

When the print paper 102 that is fed and conveyed by the conveyance roller 104 reaches a print position, the paper conveyance motor 103 is turned off to stop the conveyance of the print paper 102. Before starting image recording on the print  
15 paper 102, the carriage 106 moves to the position of a home position (HP) sensor 108. Then, the carriage scans forward in the direction indicated by arrow A, and jets black, yellow, magenta, and cyan ink from the recording heads 101Bk-101C at predetermined positions to record an image. After recording a  
20 specified width (called a band) of an image during one scan operation by the carriage 106, the carriage 106 stops and then starts backward scanning in the direction indicated by arrow B to return to the position of the home position sensor 108. During backward scanning, the paper conveyance motor 103 is  
25 driven to convey the print paper 102 by the amount of one band, which was recorded by the heads recording 101Bk-101C, in the direction indicated by arrow C. Repeating the scanning

operation of the carriage 106 (and head 101) and the paper feed operation in this way records an entire image.

A linear scale 109 provided next to, and parallel with, the scanning path of the carriage 106 has slits provided therealong at a predetermined resolution (resolution). A transmission type optical sensor (1203 in FIG. 12) installed near the carriage 106 reads the slits on the linear scale 109 to obtain two signals each with its own phase (90° out of phase). These signals are used to manage the position of the carriage 106 and, at the same time, synchronize the ink jet from the recording head 101.

In this embodiment, a recording head with the resolution of 600 dots/inch and a linear scale with the resolution of 600 dots/inch are used to allow an image to be printed at 600 dots/inch.

Also provided near the carriage 106 in this embodiment is a reflective type optical sensor 110. When any of the recording heads 101 on the carriage 106 cannot form a good image because any of plural recording elements are damaged or ink is not jetted from those elements, the recording head must be replaced. When some of a plurality of recording heads or all of them have been replaced or when the positional relationship among the plurality of recording heads is not correct for some reasons, the images, each formed in a color, are not registered correctly. This is a serious problem because a good image cannot be obtained. Therefore, when a color deviation (registration deviation) occurs at head replacement time or for some reasons, the positions of the recording heads must be

corrected for registration adjustment. To do so, a particular test pattern (print pattern) P is printed to allow the sensor 110 to read it for detecting a registration deviation amount. And, based on the detected registration deviation amount, the registration adjustment is made. The present invention is characterized most in the detection of this registration deviation amount, which will be detailed below.

FIG. 2 is a block diagram showing the configuration of the control hardware of an image forming device in a first embodiment of the present invention. The image forming device shown in the figure, which comprises a print control unit 202 and the heads 101, is connected to an external device 201. The external device 201 -- a computer, an image reader, and some other device -- is a host unit which provide the image forming device with image data or commands required for recording.

Connected to the print control unit 202 are the main scanning linear scale 109, a sub-scanning encoder 210, the main scanning motor 105, sub-scanning motor 103, sensor 110, and an operation panel 111.

The print control unit 202 receives image data VDI from the external device 201 and controls the formation of an image on the print paper with the use of the heads 101. The print control unit 202 comprises a CPU 203, a head control unit 204, a main scanning counter 205, a sub-scanning counter 206, a main scanning timer 207, a sub-scanning timer 208, a pattern detector 209, and a carriage/paper feed servo control unit 211. The CPU 203 provides an interface with the external device 201 from



which the serial image data VDI is transferred and, at the same time, controls the entire operation of the print control unit 202 including the memory and I/O devices.

More specifically, upon receiving the serial image data VDI  
5 from the external device 201, the CPU 203 issues a command to the head control unit 204 to temporarily store several bands of image data VDI into the image memory. Image processing is performed for the stored image data VDI, and image data VDO is output as the heads 101 scan. At this time, when controlling  
10 the image memory (not shown), the CPU 203 may variably set the horizontal and vertical addresses from which data is to be read. This operation makes it possible to correct the head mounting positions by varying a position from which the image data VDO to be printed by each head is read.

15 In this embodiment, the main scanning linear scale 109 and the sub-scanning encoder 210 are provided as shown in the figure. Two phase signals are output, each at the absolute position according to the movement amount; that is, when the main scanning linear scale 109 drives the carriage 106 with the  
20 main scanning motor 105 and when the sub-scanning encoder 210 feeds paper with the sub-scanning motor 103. The output from the main scanning linear scale 109 is used also as the print control synchronizing signal for outputting the image data VDO and, in synchronization with this signal, the image memory  
25 address signal is generated. Therefore, by changing an image memory address from which data is to be read, the registration deviation amount may be corrected on a linear scale basis in the

main scanning direction, and on a head nozzle basis in the sub-scanning direction. Although not shown in the figure, the output of image memory data is delayed for the period of time that is set by the CPU 203 in synchronization with the  
5 synchronizing signal sent from the main scanning counter 205. This delay corrects a deviation less than the minimum interval detectable by the main scanning linear scale 109.

The head control unit 204 also generates signals, such as a head block enable signal BE and a heater drive pulse signal HE,  
10 necessary for jetting ink. The image data VDO, block enable signal BE, and heater drive pulse signal HE, which are output from the head control unit 204, are transferred to the head 101. In the control circuit in the head 101, only the heaters of the nozzles whose image data VDO and enable signals (indicated by BE  
15 and HE) are enabled are turned on. Ink is jetted from those nozzles onto a print paper to form one column of an image as shown in FIG. 11. Repeating this operation by causing the head 101 to scan in the main scanning direction forms a one-band image. Then, the print paper advances a specified amount to  
20 form another one-band image. Repeating this control forms the entire image on the print paper.

The carriage/paper feed servo control unit 211 receives the output from the main scanning linear scale 109 and the sub-scanning encoder 210 to feedback-control the drive speed, start,  
25 stop, and movement amount of the main scanning motor 105 and the sub-scanning motor 103 for positioning management.

The operation panel 111 is used by the user to issue

operation instructions to the image forming device, including instructions for the print mode, demonstration printing, recording head recovery operation and so on. Instructions in the cases of head replacement and registration deviation  
 5 correction may also be issued from the operation panel 111.

FIG. 10 shows the internal configuration of the head 101. Note that the figure shows the configuration of only one head. In FIG. 10, numerals 1001 and 1002 are shift registers, numerals 1003 and 1004 are latch circuits, numeral 1005 is a decoder  
 10 circuit, and numeral 1006 is an AND circuit. Numeral 1007 is a transistor, and numeral 1008 is a heater.

Image data VDO1 and VDO2 are serial binary data sent from the external device 201 in synchronization with the transfer clock CLK. This serial binary data is sequentially converted  
 15 from serial to parallel by the shift registers 1001 and 1002. For each of video data VDO1 and VDO2, eight units of data are transferred and then latched by the LAT signal. In addition, a head composed of a plurality of nozzles is divided into n blocks (in this example, a 256-nozzle head is divided into 16 blocks),  
 20 and the enable signal BE0-15 and the heater drive pulse signal HE are supplied, one pulse for each block. The transistor 1007 may be turned on only for the nozzles for which image data is enabled and, when the transistor is turned on, the corresponding heater 1008 is heated for jetting ink.

25 In the image forming device, the decoder 1005 binarizes the enable signal BE from 4 bits to 16 bits. From each nozzle, ink is jetted when the enable signal BE, the bits from the video

data VDO1 and VDO2, and heater drive pulse signal HE are all turned on.

FIG. 13 shows an example of registration adjustment that is made when a registration deviation correction instruction is issued in this embodiment. In most cases, this processing is performed immediately after head replacement. As shown in FIG. 3, each head is used to print the test pattern P composed of horizontal bars HB and vertical bars VB (S11). In FIG. 3, the horizontal bars HB are pattern elements used to detect a vertical registration deviation amount, while the vertical bars VB are pattern elements used to detect a horizontal registration deviation amount. In FIG. 3, only four blocks of pattern elements of the test pattern p for detecting a registration deviation amount, which are printed when the carriage scans in the forward direction, are shown. If there is a difference in the registration deviation amount in the forward direction and that in the backward direction, the pattern elements for use in the backward direction should be provided. Although, in the figure, a plurality of bars are printed at an equal interval in the pattern element block for each color, the bars need not be at an equal interval. This is because, when calculating a registration deviation amount, the deviation amount is calculated by comparing the indicated print position with the actual detection point. In addition, although the print patterns of all heads are shown as the test patterns in FIG. 3, the test patterns of all heads need not always be printed. For example, the print patterns printed only by the replaced head

may be used. Although six pattern elements are shown for each head in the example of the figure, these elements are used only to calculate the average of a plurality of results. In principle, one pattern element is required for each head.

5       As described above, the sensor 110 is provided near the head (FIG. 1). After the test pattern shown in FIG. 3 is printed, the sensor 110 reads each pattern element (S12 in FIG. 3) to detect the deviation amount of the head and to save it as the registration adjustment amount (S13). These steps, S11 -  
10 S13, may be performed separately for horizontal bars and vertical bars. These steps may also be repeated for each of the replaced heads (S14).

More specifically, after the horizontal bars HB shown in FIG. 3 are printed, the carriage 106 is moved so that the sensor  
15 110 is positioned in the upstream of the patterns. After that, the print paper 102 is conveyed and, based on the output from the sensor 110, the pattern detector 209 in the print control unit 202 detects a position where the pattern density changes. That is, the analog signal from the sensor 110 is binarized and  
20 is sent to the interrupt input terminal of the CPU 203 (FIG. 6). The rising edge and the falling edge of the binary signal correspond to the edges of the above-described pattern element. Each time the rising edge and the falling edge are entered to the interrupt input terminal, the CPU 203 reads the values from  
25 the sub-scanning counter 206 and the sub-scanning timer 208 and temporarily stores data in the work memory.

After reading all horizontal bars HB, the vertical bars VB

are printed. After printing the vertical bars VB, the print paper 102 is moved so that the sensor 110 is positioned on the vertical bars VB. After that, the carriage 106 scans and, based on the output from the sensor 110, the pattern detector 209 in  
 5 the print control unit 202 detects a position where the pattern density changes. At the same time, the analog signal from the sensor 110 is binarized and is sent to the interrupt input terminal of the CPU 203. As described above, each time the interrupt terminal receives the rising edge and the falling  
 10 edge, the CPU 203 reads the values from the main scanning counter 205 and the main scanning timer 207 and temporarily stores data in the work memory. After reading all vertical bars VB, the CPU 203 starts calculating the registration deviation amount.

15 The order in which the horizontal bars HB and vertical bars VB are processed may be the reverse of the above.

FIG. 4 is a diagram showing the internal configuration of the sensor 110 used in the image forming device. In the figure, numeral 401 denotes a light-receiving element -- either a  
 20 phototransistor or a photo diode -- that has a band (or optical filter) covering the frequency of ink colors. Numeral 402 denotes a light-emitting element for emitting one of R, G, and B that are complementary colors of C, M, and Y. Numeral 403 denotes an optical lens that focuses light, emitted by the  
 25 light-emitting element 402, on the registration deviation detection pattern P and, with the optical lens, condenses the reflected light on the light receiving element 401 to detect the

presence of pattern elements. In this embodiment, the ink colors C, M, Y, and K are used, and the light emitting element that emits R, G, and B independently is used for identifying each ink color and the white of the background paper to allow  
5 the emission light to be switched according to the ink color.

The output from the sensor 110 is used by the pattern detector 209 in the print control unit 202 to detect a change in the density of a pattern. FIG. 5 shows the details of the pattern detector 209.

10 In FIG. 5, numeral 501 is a light-emitting element driving transistor, numeral 502 is an I-E amplifier that amplifies the current generated in the light-receiving element and converts the current to a voltage, and numeral 503 is an amplifier that further amplifies the output of the I-E amplifier 502. Numeral  
15 504 is a comparator that converts the output of the amplifier 503 to a binary value, and numeral 505 is a D/A converter through which the CPU 203 sets the adjustment values to adjust the light emission amount of the light-emitting element in the sensor 110 and the offset amount of the sensor 110. The output  
20 of the amplifier 502 is connected also to the analog-digital conversion input terminal of the CPU 203. To keep the sensor output at a predetermined level before detecting a registration deviation adjustment pattern, the CPU 203 uses this output to adjust the light emission amount of the light emission element  
25 in the sensor 110 and the offset of the output from the sensor 110. After adjusting the sensors, the registration deviation adjustment pattern is read to detect the pattern. In addition,

the output of the comparator 504 is connected to the interrupt input terminal of the CPU 203. Each time the rising edge or the falling edge of a binary output from the comparator 504 is entered, the CPU 203 reads the values of the main scanning  
5 counter 205 and the main scanning timer 207 to detect a horizontal registration deviation, or the values of the sub-scanning counter 206 and the sub-scanning timer 208 to detect a vertical registration deviation, temporarily stores the data in the work memory and, after reading those values, calculates the  
10 registration deviation amount.

FIG. 7 shows the relationship between the interrupt input and the main scanning linear scale when detecting a registration deviation amount in the main scanning direction in this embodiment. As shown in the figure, two phase signals, phase A  
15 and phase B, are output from the main scanning linear scale 109 as the carriage 106 moves. The main scanning counter 205 counts the rising and falling edges of phase A/phase B to measure the movement position of the carriage to the extent of the resolution provided with the linear scale 109. Within the time  
20 interval between the rising edge and the falling edge of phase A and phase B, the main scanning timer 207 counts shorter-period reference clocks at a predetermined interval to detect the carriage position more finely than it is detected by the main scanning linear scale 109. When an interrupt is sent from the  
25 sensor 110 to the CPU 203 at time T while the carriage scan is performed to detect a registration deviation amount, the CPU 203 references the count values of the main scanning counter 205 and



the main scanning timer 207 to detect, at a high resolution, the carriage position where the pattern element is detected. To do so, the timer 207 is initialized each time the counting starts. It is desirable that the carriage be driven at a constant speed  
5 to minimize the timer measurement error.

If the position of the pattern element was detected only by the main scanning counter 205 that counts the linear scale output, the resolution would depend only on the resolution of the linear scale 109 and, therefore, the registration deviation  
10 amount could not be detected precisely. In addition, if the signal was simply sampled in a predetermined timing with the use of the timer as in a conventional device, the mechanical variations would accumulate as described above. Therefore, to detect the position of the pattern element, the device according  
15 to the present invention uses the main scanning counter 205 to detect the general absolute position of the pattern and, at the same time, the timer to measure the correct position at a resolution higher than the minimum unit interval of the linear scale. This configuration minimizes the effect of carriage  
20 speed variations and, at the same time, detects the position at a higher resolution.

As described above, unlike the device in the prior art that has a configuration in which the timer is used to measure the distance between the pattern elements printed by the base head  
25 and the pattern printed by some other head (configuration in which the amount of deviation of the other head with respect to the base head is detected --- relative position comparison), the

device according to the present invention has a configuration in which the head deviation amount is detected based on the dot position to be printed according to the linear scale and the dot position actually printed (absolute position comparison). This configuration requires only one scanning to detect the center dot position. Therefore, the error is not doubled and the detection error may be minimized.

In addition, although a pair of pattern elements in different colors must always be arranged in parallel for the base head and the comparison head in print pattern for use in relative position comparison, the present invention eliminates this limitation on the print pattern configuration. In addition, when replacing a recording head, the device according to the present invention prints the pattern elements only for the replaced head for detecting the head deviation amount. In relative position comparison, even when only one non-black ink head has been replaced, a pair of black pattern elements and a pair of a black pattern element and a pattern element in the color of the replaced head must be printed. In particular, when replacing the black ink head, the print pattern must be printed for the heads for all ink colors and the deviation amount must be detected for each of the non-black ink heads (Normally, monochrome printing is dominant and, therefore, the black ink head is replaced more frequently than other heads.)

After reading the pattern, the CPU 203 reads data from the work memory and, based on the carriage position values for the rising edge and the falling edge, calculates the center dot

position of each pattern. As shown in "state 1" and "state 2" in FIG. 8, the sensor output level slightly changes depending upon the paper type, paper floating, sensor accuracy, and light absorption ratio of a color. Therefore, when the comparator 504  
5 binarizes the signal using a fixed threshold, there might be variations in the rising edge positions and falling edge positions in certain cases. To solve this problem, the center position is calculated based on both edge positions. This calculation method always gives a reliable output result because  
10 the center position remains unchanged in most cases even when there are variations described above. After that, the difference between the center dot position (indicated value) of each pattern element to be printed and the actual measurement value is calculated. In the example in the above test pattern,  
15 the deviation amounts at the center dot positions of a plurality of parallel bars for each color are calculated and then averaged. The registration deviation amount may be calculated from the head position difference obtained in this way.

An example of a difference in the registration deviation  
20 amount will be described with reference to FIG. 9. In the figure, the white circle "○" indicates a dot position at which a dot is to be printed, with the range indicated by the main scanning linear scale count values 16 hex to 1C hex. The black circle "●" indicates that the actual print position has been  
25 shifted in the range 17 hex to 1D hex. The center dot position of the pattern element to be printed is 19 hex while the center dot position of the pattern element whose print has been shifted

because of a registration deviation is 1A hex. As a result, a one-dot registration deviation is generated. Although a position deviation less than one dot in size may actually occur, a one-dot deviation will be described in the description below  
5 for convenience.

Performing the operation described above for the pattern (HB) for detecting a vertical registration deviation and for the pattern (VB) for detecting a horizontal registration deviation detects a vertical/horizontal head mount deviation.

10 To correct the ink jet positions of each head based on the head registration deviation amount that was detected as described above, the CPU 203 variably changes the address from which, and the timing in which, data is to be read from the image memory in the head control unit 204. In the main scanning  
15 direction, the jet positions may be corrected at a resolution more than the resolution (less than the minimum unit interval) of the main scanning linear scale 109. In the sub-scanning direction, the jet position may be corrected on a nozzle basis of the head 101.

20 Although the correction in the sub-scanning direction may be made only on a nozzle basis in this embodiment, the sub-scanning timer 208 is used to find a registration deviation amount in the sub-scanning direction with a resolution equal to or greater than the resolution of the sub-scanning encoder 210.  
25 The reason is that, when a decimal fraction is generated during the detection and calculation of a registration deviation amount in the sub-scanning direction, which nozzle, top or bottom, will

minimize the registration deviation amount must be decided. Therefore, the sub-scanning timer 208 in the sub-scanning direction need not be so precise as the timer in the main scanning direction.

5        In the embodiment described above, a method for detecting a vertical/horizontal registration deviation in a single detection operation has been described. However, a single detection operation sometimes results in the detection result changing each time the deviation is detected because of variations in the  
10    sensor output signal level determined by the precision of the sensor 110, variations in linear scales introduced during manufacturing, and variations in the carriage speed. This problem may be solved by increasing the number of detections or patterns and by calculating its average.

15        Next, a second embodiment of the present invention will be described. FIG. 17 shows the configuration of an image forming device in this embodiment. The configuration in this figure is almost similar to that shown in FIG. 2 except that a second interrupt generator 212 is added. As shown in the timing chart  
20    in FIG. 18, the second interrupt generator 212 sends the second interrupt signal to the CPU 203 when the timing signal is issued from the main scanning linear scale 109 immediately after the pattern detector 209 sends the interrupt signal (first  
interrupt) to the CPU 203. This second interrupt allows the CPU  
25    203 to know the timer value T1 of the main scanning timer 207 at that moment. In this embodiment, the timer value in the main scanning timer 207 is reset immediately after the timer value T1

is identified. The measured timer value T1 may be different from the theoretical value T0, calculated from the predetermined speed, depending upon the variation in the carriage speed. The figure shows a case in which the actual carriage speed is slightly higher than the predetermined speed. Therefore, the timer value t measured based on the first interrupt, which is affected by the variation in the speed, is thought to be different from the theoretical value (in this example, the value is smaller). To correct the value affected by the variation in the speed, the timer correction value tc (theoretical value) is calculated by the following formula:

$$tc = (t/T1) \times T0$$

This adjustment also makes it possible to eliminate the effect of variation in the carriage speed within the minimum unit interval determined according to the linear scale resolution for the position where the pattern element is detected.

Next, a third embodiment of the present invention will be described. The configuration of an image forming device in this embodiment is similar to that shown in FIGS 1 and 2 except the internal configuration and operation of the head control unit 204.

FIG. 19 shows an example of the internal configuration of the head control unit 204. The head control unit 204 generally comprises an image memory 301, an image memory control unit 302, a mask memory 303, a mask control unit 304, and a heater drive signal generator 305.

The image memory control unit 302 performs memory control as follows. That is, it temporarily stores into the image memory 301 several bands of serial image data VDI transferred from the external device 201 as described above and, as the head 101 scans, it outputs the stored image data to the head 101 as the image data VDO. When storing the image data VDI into the image memory 301, the unit generates the memory address signal in synchronization with the timing in which data is transferred from the external device 201 and sequentially stores the image data VD. When outputting the image data from the memory as the head 101 scans, the unit generates the memory address signal in synchronization with the synchronizing signal output from the main scanning counter 205 that counts the output from the main scanning linear scale 109 and outputs the image data VD from the memory.

The mask control unit 304 thins out a predetermined amount of data from the image data to smooth an image density unevenness generated by the variations in the nozzle shape and direction introduced during recording head manufacturing so that the control unit causes the same band to be scanned several times to print an image with the 100% of duty (This print method is generally called multi-pass recording).

An example of multi-pass recording will be described with reference to FIGS. 20(a) and 20(b), in which, for simplicity, a single ink color head composed of 16 nozzles is shown. In the first scan, the dots of pattern A are recorded. "●" indicates a dot that is recorded in this scan. Then, after the paper is fed

1/4 (four dots wide) of the head recording width (band) in the paper conveyance direction, the dots "●" of pattern B are recorded in the second scan. In the figure, "○" indicates a dot that has already been recorded. In the third scan, the dots "●" of pattern C are recorded and, finally, the dots "●" of pattern D are recorded in the fourth scan. This sequential processing completes recording. That is, by feeding paper four dots at a time and sequentially recording patterns A-D, a four-dot recording area is completed in each of four scans. This recording method differs from one-time scan (single-pass) recording method in that a four-dot recording area is sequentially recorded using four nozzles, at a time, that are in different portions of a head. This method ensures a high-quality image with little or no unevenness. The multi-pass recording method also has an advantage that an image is recorded while drying it.

There are several methods for generating pass data for each scan. For example, pass data is generated by using a fixed mask pattern to thin out recording data as described above (called fixed thinning-out), by using a random mask pattern where recording dots and non-recording dots are randomly arranged to thin out recording data (called random thinning-out), or by thinning out recording dots according to the data (called data thinning-out).

To achieve multi-pass recording described above, the mask control unit 304 thins out a predetermined amount of data from



image data VD output from the image memory control unit 302. A mask pattern is written in the mask memory 303 by the CPU before data is printed, and is read from the mask memory 303 in synchronization with the image data VD output from the image memory control unit 302 when the data is printed. Only the data corresponding to a portion where both the mask pattern and the print data are ON is output to the head 101 as the output data VDO.

As described above, the heater drive signal generator 305 generates the signal that selects which block in the head to drive (block enable signal (BE0-3)) and the heater drive pulse signal HE in synchronization with the synchronizing signal output from the main scanning counter 205 that counts the output of the main scanning linear scale 109. From the head 101, ink is jetted from only the nozzles where the block enable signal BE0-3, the heater drive pulse signal HE, and the image data VDO are all enabled.

Although the test pattern used in the third embodiment looks externally the same as that shown in FIG. 3, the vertical bar VB is printed in multiple passes in the multi-pass recording method described above. FIG. 21(b) shows the print result. FIG. 21(a) shows the print result produced by printing the vertical bar pattern in a single pass (the pattern is formed in the single pass of the carriage with no data thinned out with the use of a mask), as in the conventional method, using a head mounted with skew on the carriage. In this case, the print result directly reflects the head skew. On the other hand, FIG.

21(b) shows the result produced by printing the vertical bar in four passes according to the mask method described above.

Although the print result in FIG. 21(b) may look more uneven, the uneven printing in the print result in FIG. 21(b) can be

5 averaged more easily, considering the variation in the shape or direction of the nozzles produced during recording head manufacturing. (To illustrate the edge errors of pattern elements for detecting a registration deviation amount, the figure shows only a print result produced when the head is  
10 mounted with skew). When the read range of the sensor in the sub-scanning direction is four dots, a serious error would be generated in FIG. 21(a) in the bar edge detection positions if the positions at which the pattern is read differ largely in the longitudinal direction of the bar. For example, there is an  
15 error E between position A and position B. On the other hand, in multi-pass printing in FIG. 21(b), such an error is not generated or extremely slight if generated.

For example, as shown in FIG. 22(a), consider that head C is inclined toward the right and head K is inclined toward the  
20 left and that the sensor is installed on the carriage such that the sensor senses the bottom area of the pattern. If a registration deviation is detected and corrected in this situation in the conventional method, the corrected result is as shown in FIG. 22(b) in which dots in the top of the pattern  
25 overlap each other and the error E is generated in the bottom of the pattern. On the other hand, if the pattern elements of the vertical bar are printed in multiple passes by the device

according to the present invention, the corrected result is as shown in FIG. 22(c) in which the patterns overlap at the center and the maximum error of up to  $E/2$  is detected at the top and the bottom. The more passes of multi-pass printing, the better  
5 the result.

It is desirable that the vertical bar VB be scanned repeatedly at two or more positions as in positions A, B, and C in FIG. 21 (three positions in this embodiment) and that the values that have been read be averaged. The reason is as  
10 follows. Even when printing in multiple passes, a slight error is generated in the read positions because of the vertical direction variations or twists in the nozzles or an error in the paper feed amount. To further smooth the errors, multiple read operations may be performed while changing the read position in  
15 the longitudinal direction of the bar, to minimize the error.

While preferred embodiments of the present invention have been described, such description is illustrative purposes only and not restrictive, and it is to be understood that changes and variations may be made without departing from the scope of the  
20 claims of the present invention.

#### Industrial Applicability

The present invention provides an image forming device capable of precisely detecting a head deviation when the head  
25 has been replaced. The device minimizes a detection error that may be generated because of variation in the movement speed of the carriage or a print paper, allowing a head registration

deviation to be detected precisely. Because a pattern may be detected in a single scan of a test pattern in principle, the time to detect an error in the head mounting position may be reduced.

- 5        In addition, a vertical bar pattern is printed in multiple passes, the pattern is detected repeatedly in two or more positions, and the detection results are averaged to calculate a registration deviation amount. This method further reduces the effect of variation in the shape and direction of nozzles
- 10      introduced during head manufacturing, head mounting skews, and variation in the installation of the sensor on the carriage.

## CLAIMS

1. An image forming device that forms an image on a print paper in an ink jet recording method with a plurality of heads,  
5 comprising:

main scanning direction moving means for moving a carriage in a main scanning direction, said carriage having said plurality of heads mounted thereon;

paper conveying means for conveying the print paper in a  
10 sub-scanning direction;

pattern printing means for printing, with at least one head, a test pattern including predetermined pattern elements;

pattern detecting means, mounted on said carriage, for detecting the pattern elements of the test pattern printed on  
15 the print paper by said printing means;

binary conversion means for binarizing an output of said pattern detecting means;

position detecting means for detecting a position of the carriage in said main scanning direction; and

20 calculating means for moving said carriage to detect the pattern elements of the test pattern with said pattern detecting means, for detecting a print position of the pattern elements based on a detection result of said position detecting means when a rising and/or falling edge of a binary signal obtained by  
25 said binary conversion means is generated, and for calculating a mounting deviation amount of each head in said major scanning direction,

wherein said position detecting means comprises low-resolution position detecting means based on a linear scale provided on a movement path of said carriage and high-resolution position detecting means for detecting a position more finely than a  
5 minimum unit determined by a resolution of said low-resolution position detecting means.

2. The image forming device according to claim 1 wherein, for each head, said test pattern is at least one vertical bar  
10 extending in the sub-scanning direction almost perpendicular to said main scanning direction.

3. The image forming device according to claim 1, wherein said test pattern includes, for each head and as a pattern  
15 element, at least one horizontal bar extending almost in parallel with said main scanning direction, further comprising:

conveyance amount detecting means for detecting a conveyance amount of the print paper in the sub-scanning direction almost perpendicular to said main scanning direction;  
20 and

measuring means for measuring the conveyance amount equal to or smaller than a minimum unit determined by a resolution of said conveyance amount detecting means,

wherein said calculating means moves the print paper, on  
25 which the test pattern is printed, with the use of said paper conveying means with respect to the carriage to detect the pattern elements of the test pattern with said pattern detecting

means, detects the print position of the pattern elements based on the detection results of said conveyance amount detecting means and said measuring means when a rising and/or falling edge of the binary signal obtained by said binary conversion means is generated, and calculates an amount of mounting deviation of each head in said sub-scanning direction based on the print position of the pattern elements printed by each head.

4. The image forming device according to one of claims 1-3 wherein said pattern detecting means is a reflective sensor comprising a light emitting element and a light receiving element.

5. The image forming device according to claim 1 or 2 wherein said low-resolution position detecting means comprises a counter for counting a timing signal based on said linear scale and wherein said high-resolution position detecting means comprises a timer which is initialized by said timing signal and measures a time with a predetermined clock signal.

20

6. The image forming device according to claim 2 wherein said pattern printing means causes each of different portions of a single head to print a plurality of dots sequentially in a plurality of passes, said plurality of dots constituting a portion of said vertical bar.

25

7. The image forming device according to claim 1 or 6

wherein said calculating means uses said pattern detecting means to detect the vertical bar at least two positions in a longitudinal direction of said vertical bar to obtain a print position of said vertical bar based on an average value of the  
5 detected results.

8. The image forming device according to claim 5, further comprising:

means for measuring a unit time interval of said linear  
10 scale at a time said pattern elements are detected; and

means for correcting a measured value of said timer based on the measured value and a theoretical value of said unit time interval.

15 9. An image forming device that forms an image on a print paper in an ink jet recording method with a plurality of heads, comprising:

main scanning direction moving means for moving a carriage in a main scanning direction, said carriage having said  
20 plurality of heads mounted thereon;

paper conveying means for conveying the print paper in a sub-scanning direction;

pattern printing means for printing, with at least one head, a test pattern including predetermined pattern elements;

25 pattern detecting means, mounted on said carriage, for detecting the pattern elements of the test pattern printed on the print paper by said printing means;



binary conversion means for binarizing an output of said pattern detecting means;

position detecting means for detecting a position of the carriage in said main scanning direction; and

5        calculating means for moving said carriage to detect the pattern elements of the test pattern with said pattern detecting means, for detecting a print position of the pattern elements based on a detection result of said position detecting means when a rising and/or falling edge of a binary signal obtained by  
10       said binary conversion means is generated, and for calculating a mounting deviation amount of each head in said major scanning direction,

         wherein, for each head, said test pattern includes as a pattern element at least one vertical bar extending in the sub-  
15       scanning direction almost perpendicular to said main scanning direction, and

         wherein said pattern printing means divides said vertical bar into a plurality of portions and causes each of different portions of a single head to print a plurality of dots  
20       sequentially in a plurality of passes, said plurality of dots constituting a portion of said vertical bar.

10.    The image forming device according to claim 1 or 9 wherein, based on both edges of an obtained pattern element,  
25       said calculating means calculates a center position of a width of the pattern element.

11. A method, for use on an image forming device with a linear scale provided on a carriage movement path, for detecting a deviation between a print position actually printed on a print paper by a head and a print target position, said method

5 comprising the steps of:

providing a timer for detecting a position within a unit interval determined by a resolution of said linear scale;

printing a predetermined print element at the target position on the print paper by the head mounted on a carriage  
10 that scans in a major scanning direction;

detecting said print element with a sensor mounted on said carriage; and

detecting a low-resolution position based on said linear scale when the print element is detected and, detecting a high-  
15 resolution position within the unit interval with said timer, and obtaining the deviation between the detected position and said print target position.

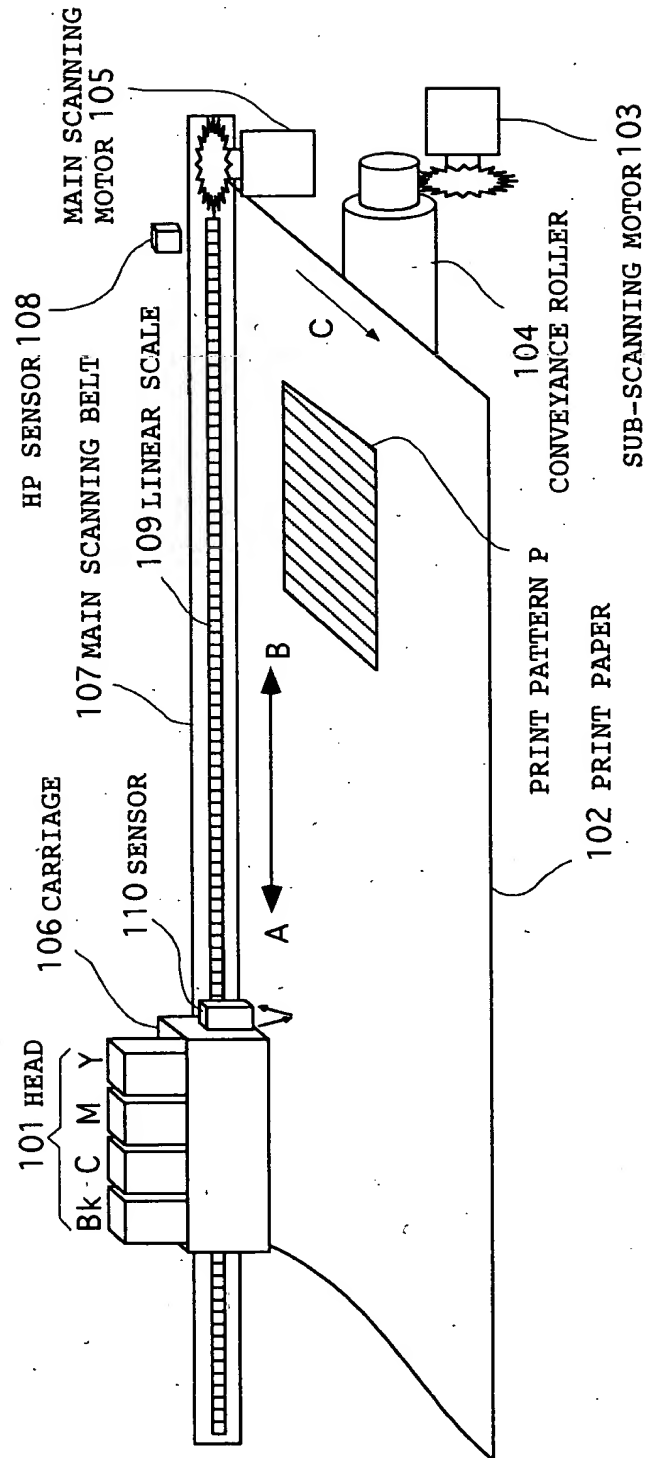
12. The method according to claim 11, further comprising  
20 the step of correcting the high-resolution position within the unit interval, which was detected by said timer, based on an actual measurement value measured in a minimum unit interval of said linear scale and a theoretical value thereof.

## ABSTRACT

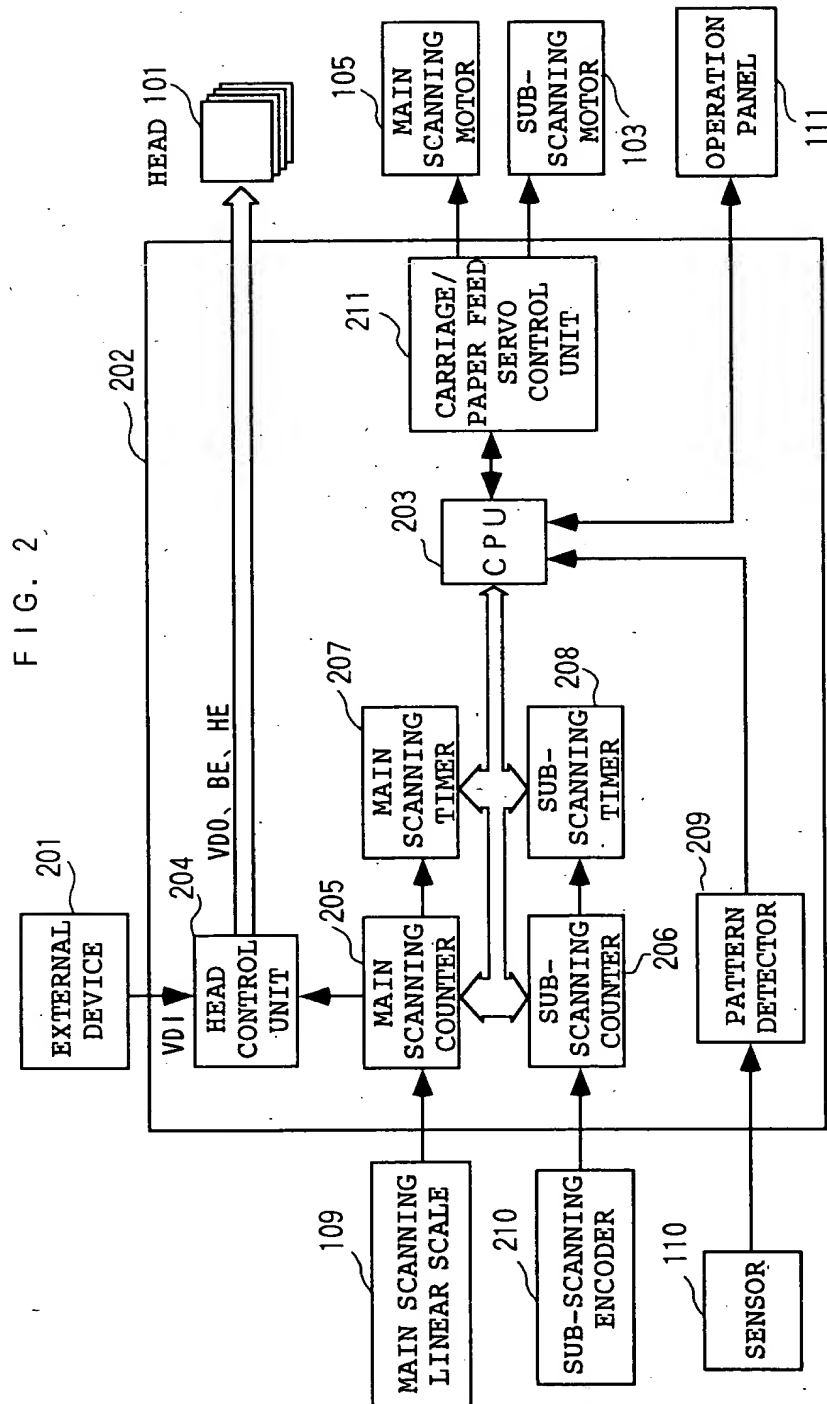
A head (101) prints a predetermined test pattern under the control of a head control unit (204) in order to precisely  
5 detect a head deviation when a head has been changed, the  
printed test pattern is read by a sensor 110 and detected by a  
pattern detector (209). Every time an interrupt signal  
corresponding to the edge of a detected pattern element is input  
to the CPU (203), a value of a main scanning counter (205)/main  
10 scanning timer (207) (and/or a sub-scanning counter (206)/sub-  
scanning timer (208)) is read, the printing position of each  
pattern element is detected from the value, and the mounting  
deviation of the head is calculated based on the detection  
result of the printing position of each pattern element printed  
15 by the head. The vertical bar of a test pattern may be printed  
in multiple passes. A plurality of edges may be detected at  
different longitudinal positions of the bar and the detected  
results are averaged to determine an edge position.

1/22

FIG. 1



2/22



3/22

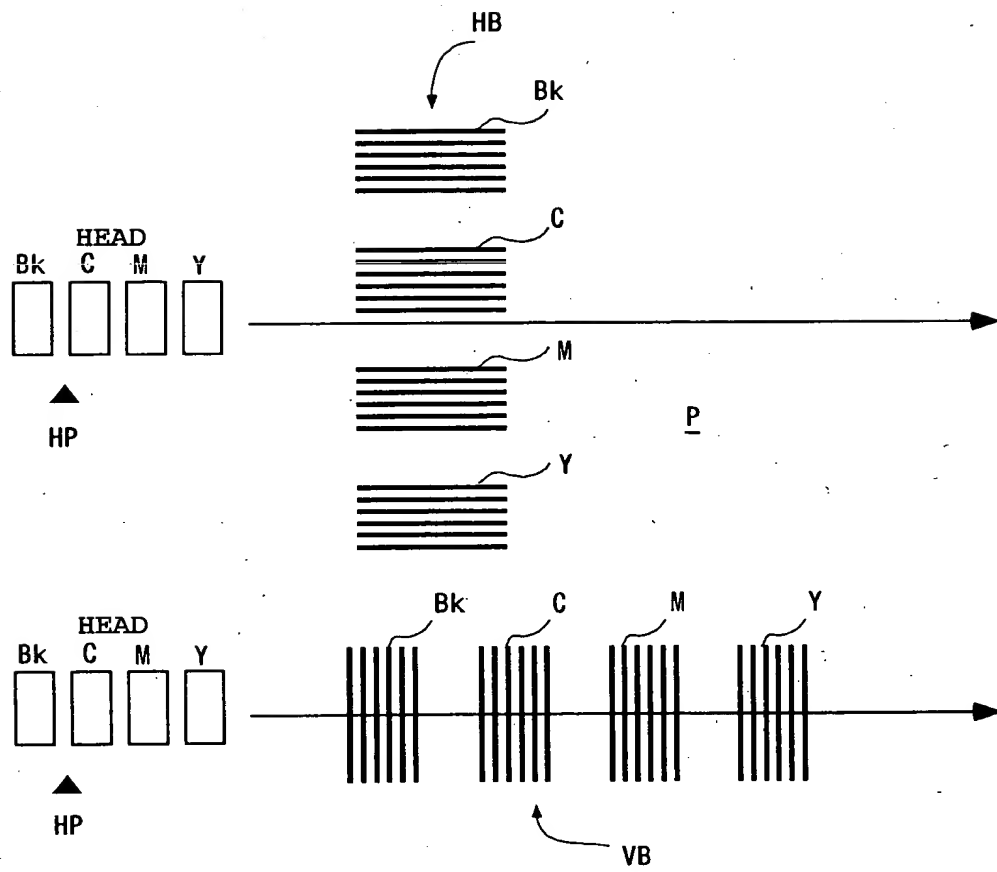


FIG. 3

4/22

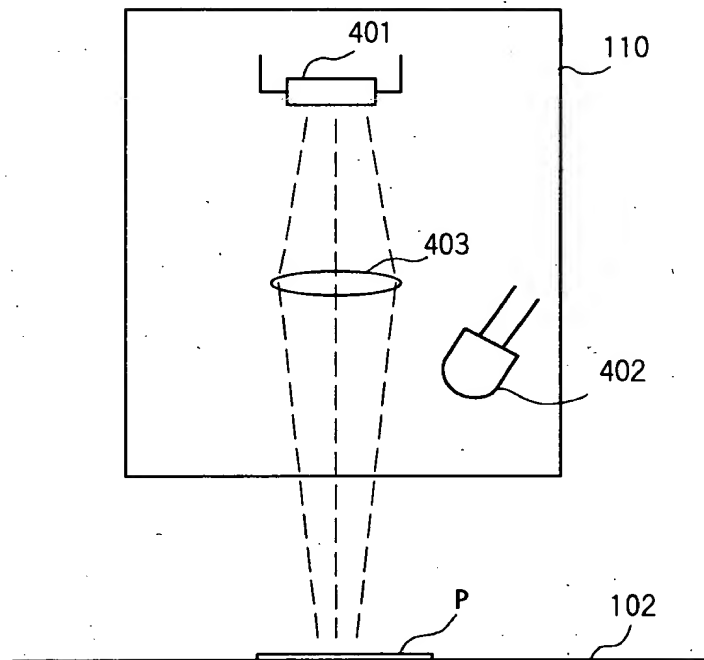
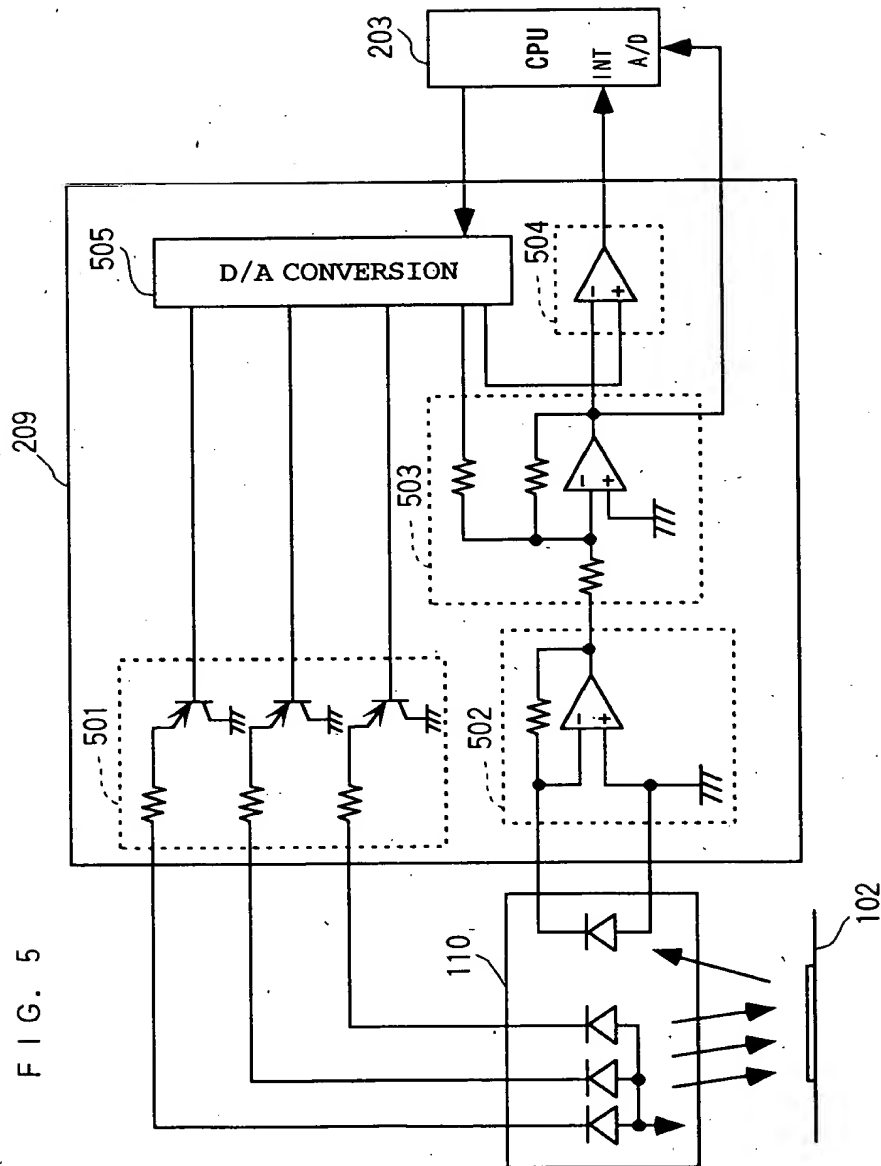


FIG. 4

5/22





6/22

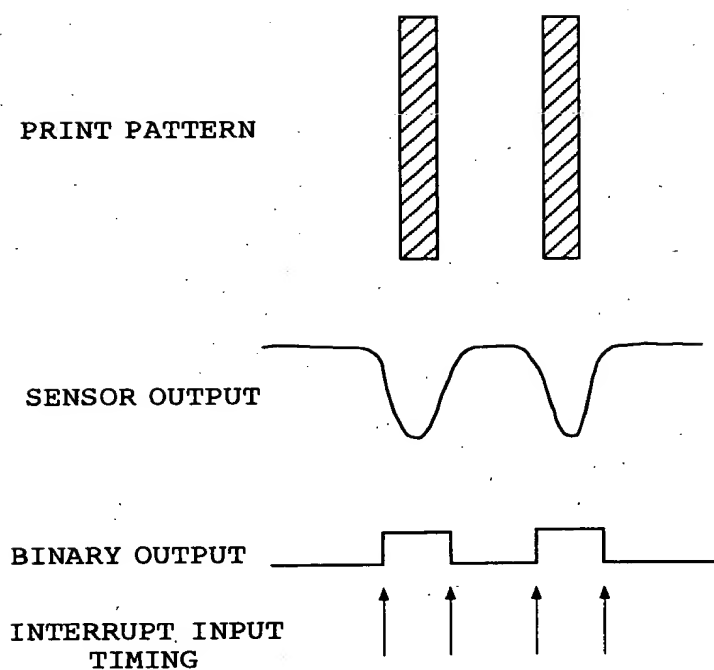
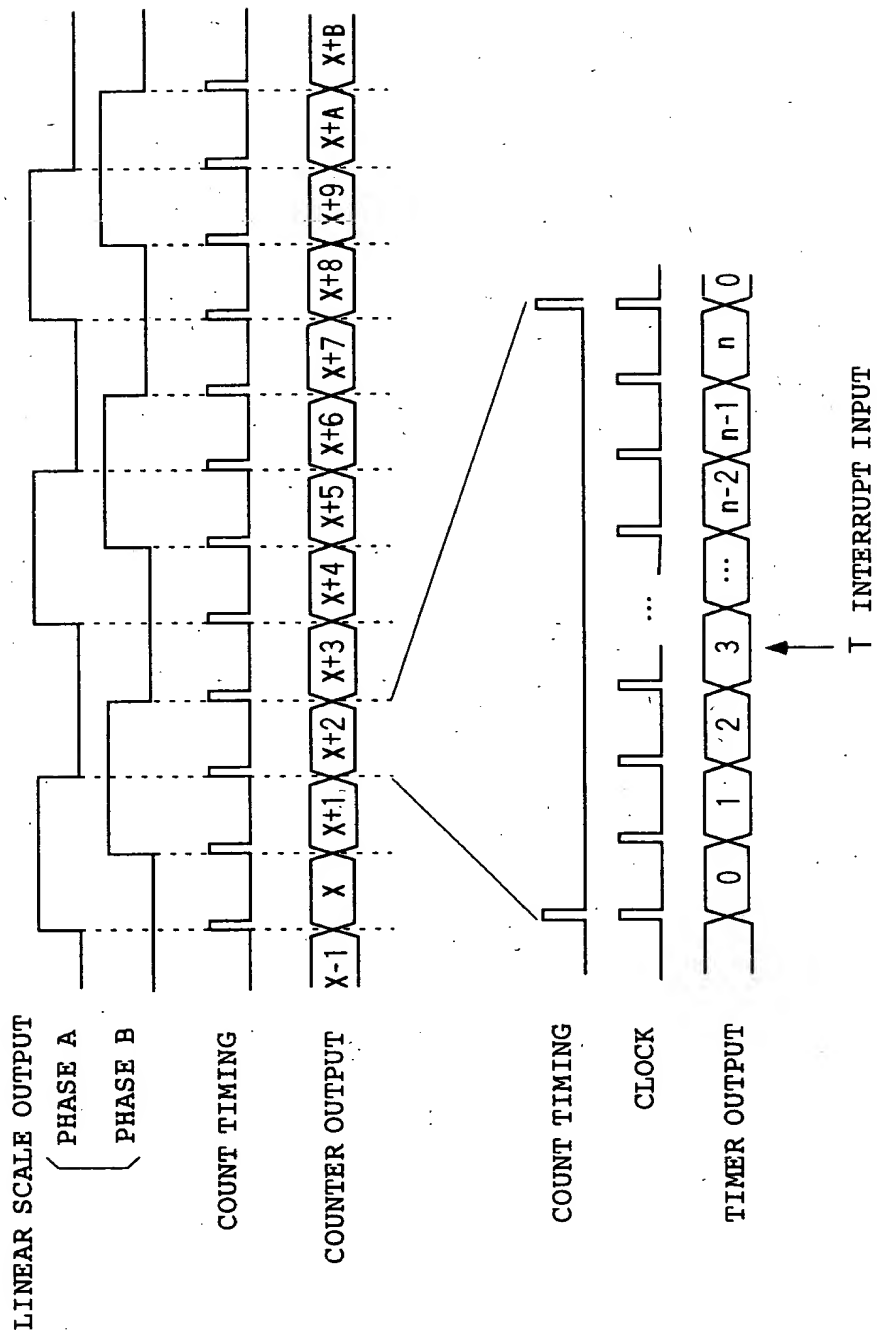


FIG. 6

7/22

FIG. 7



8/22

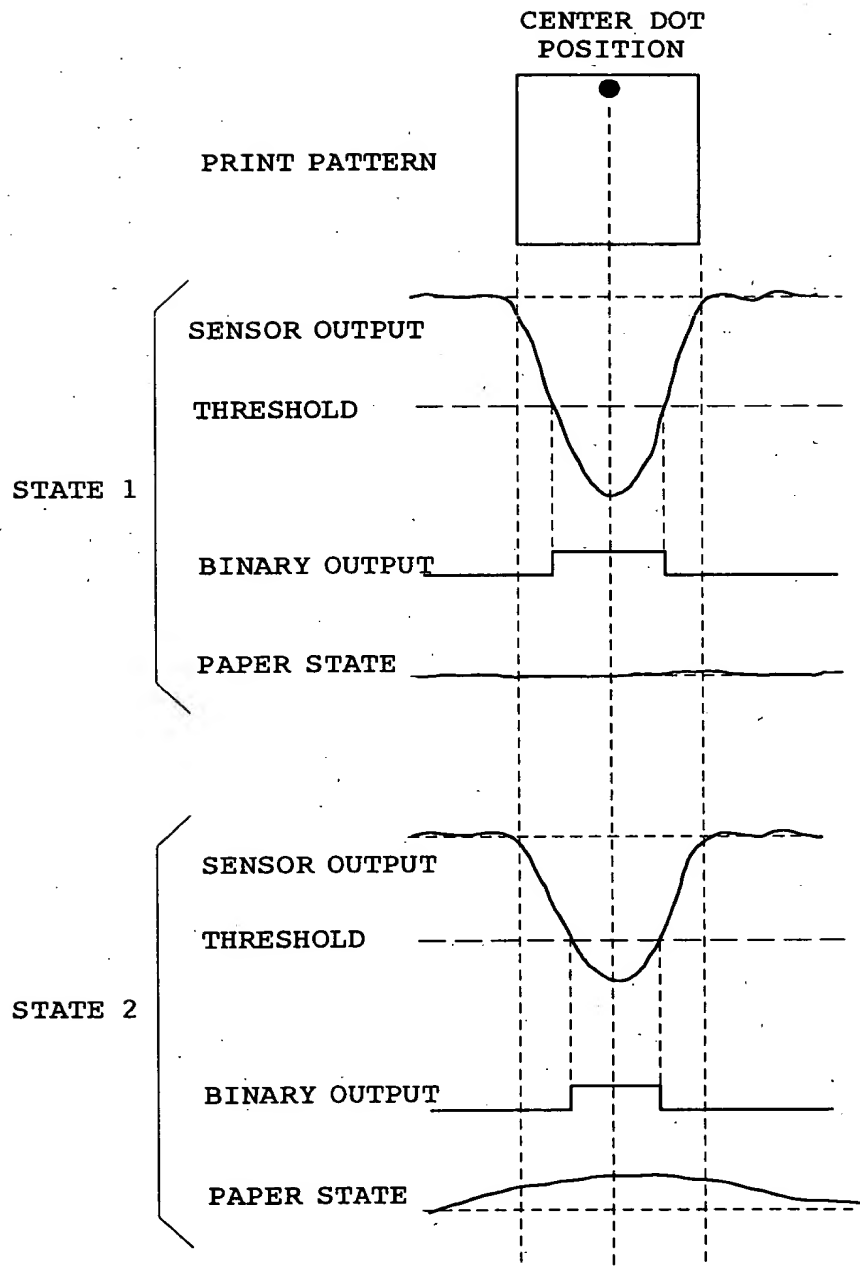
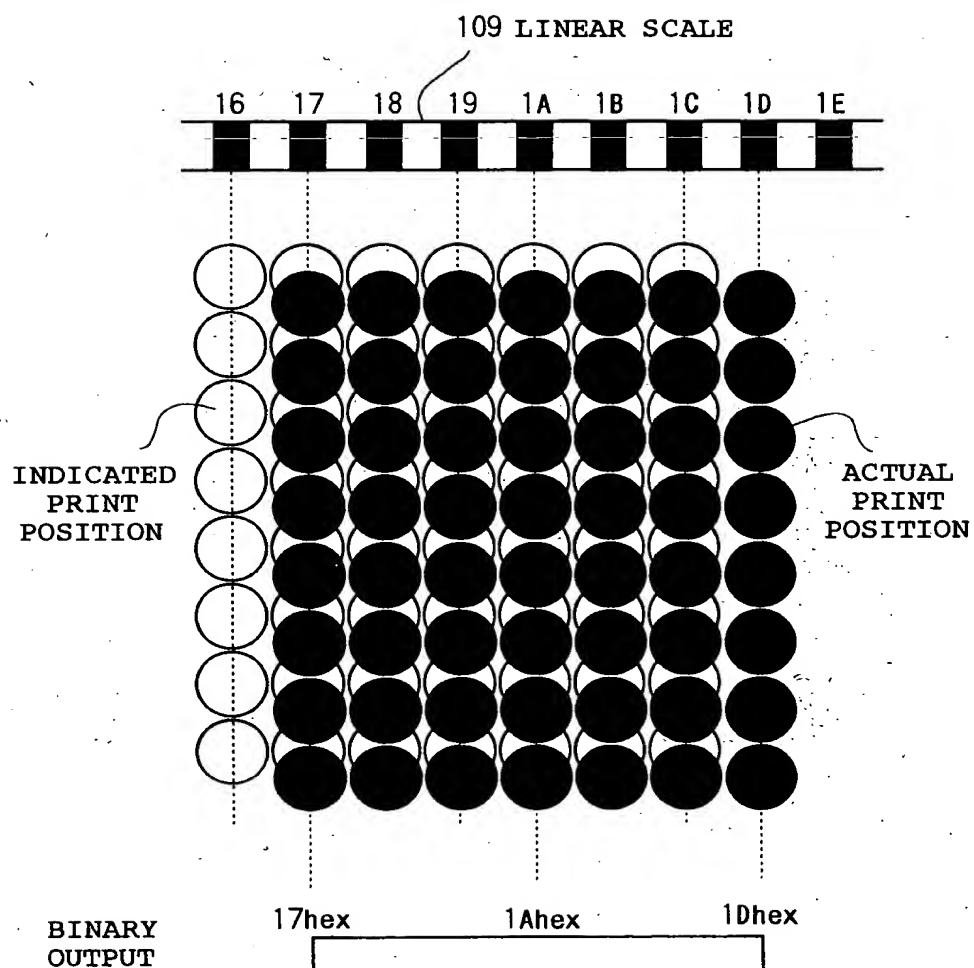


FIG. 8

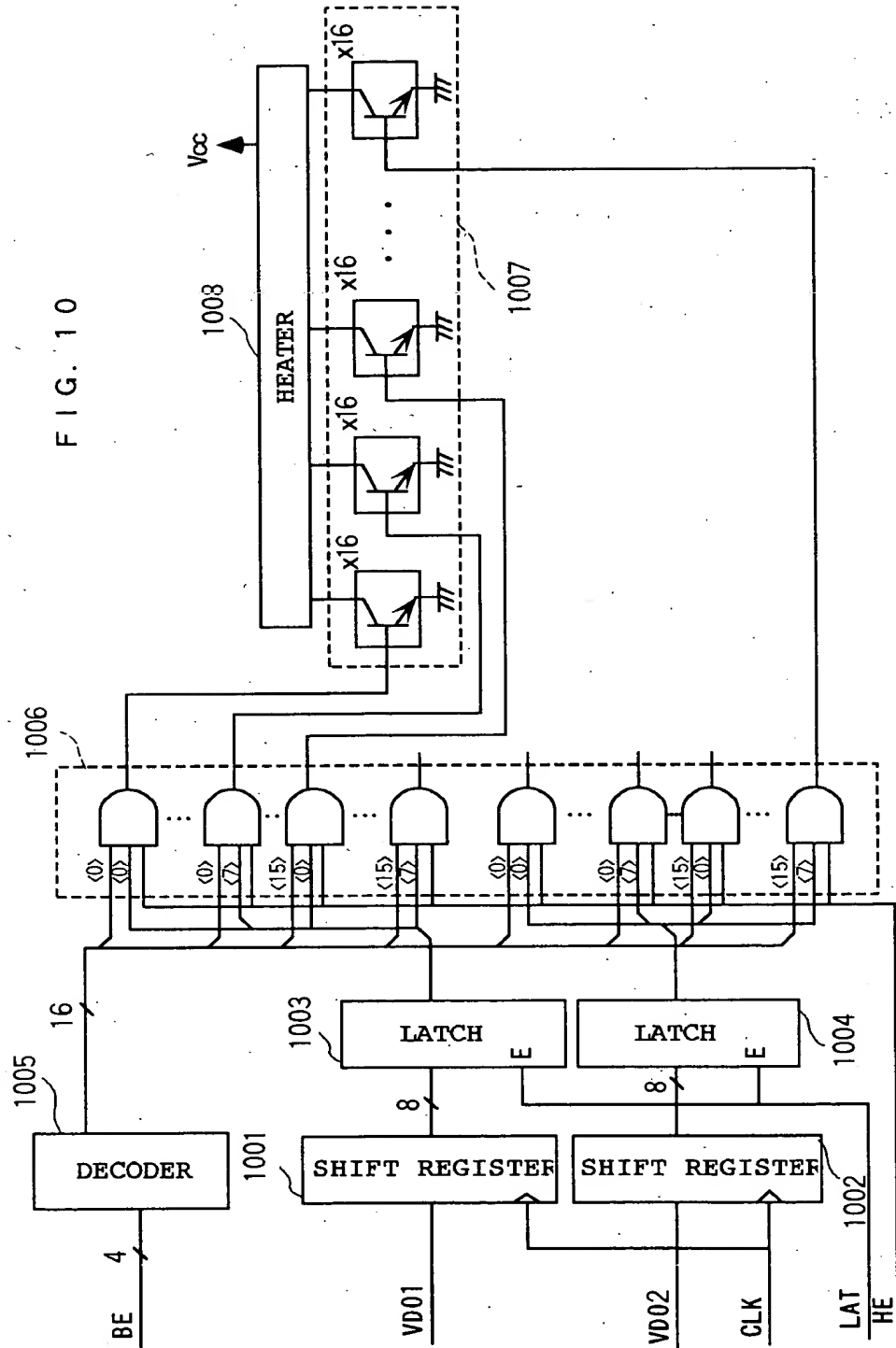
9/22

FIG. 9



10/22

FIG. 10



11/22

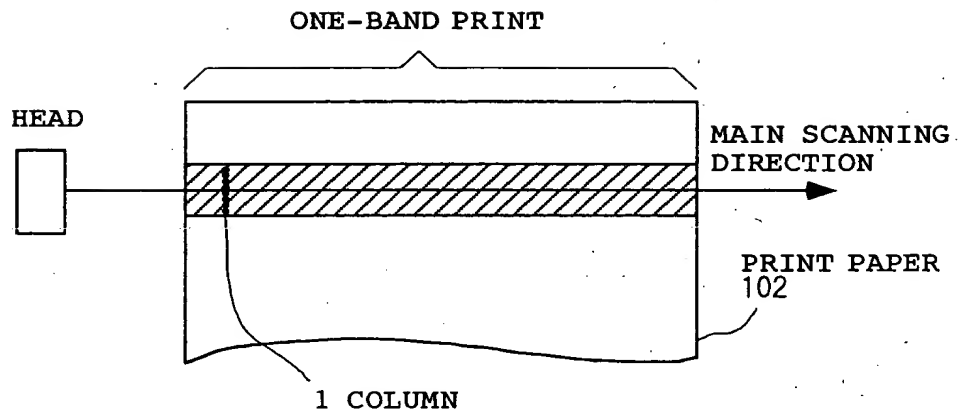


FIG. 11

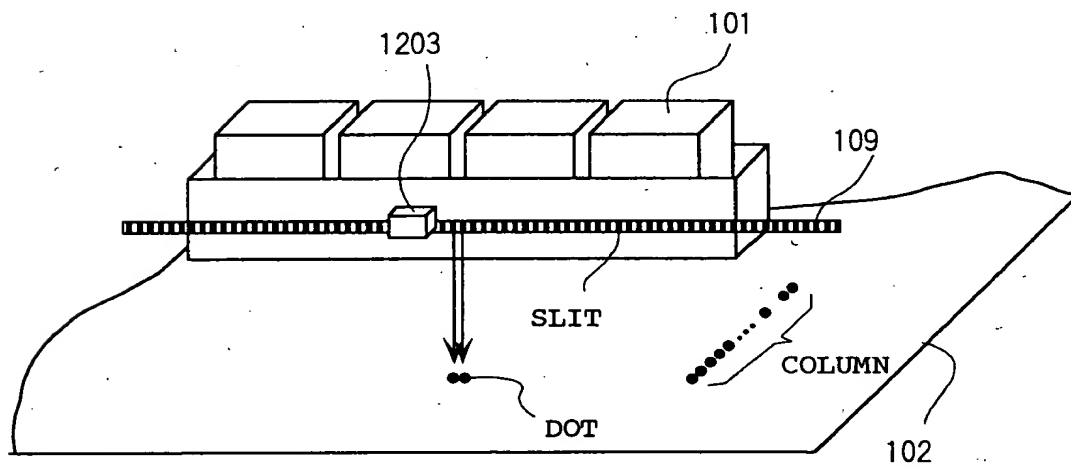
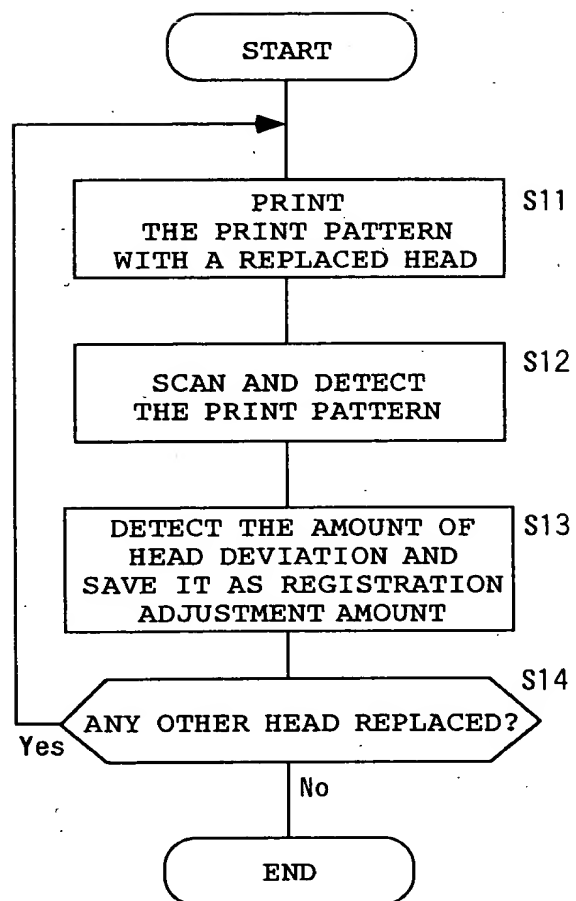


FIG. 12

12/22

FIG. 13



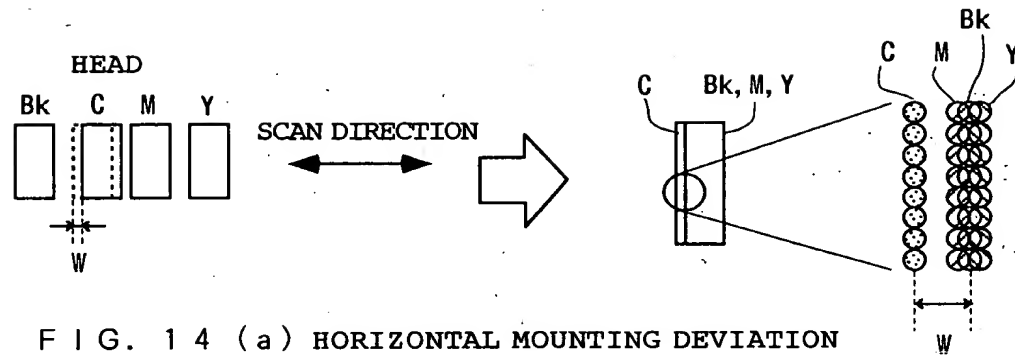


FIG. 14 (a) HORIZONTAL MOUNTING DEVIATION

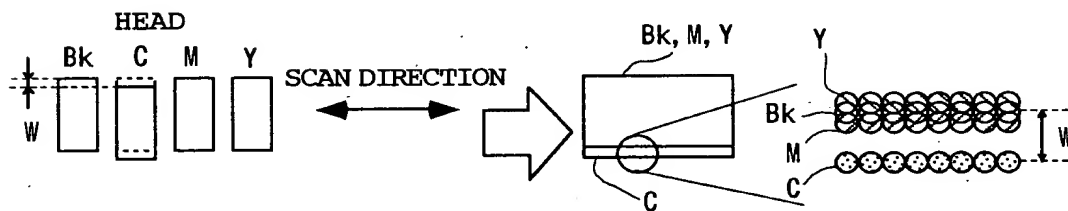


FIG. 14 (b) VERTICAL MOUNTING DEVIATION

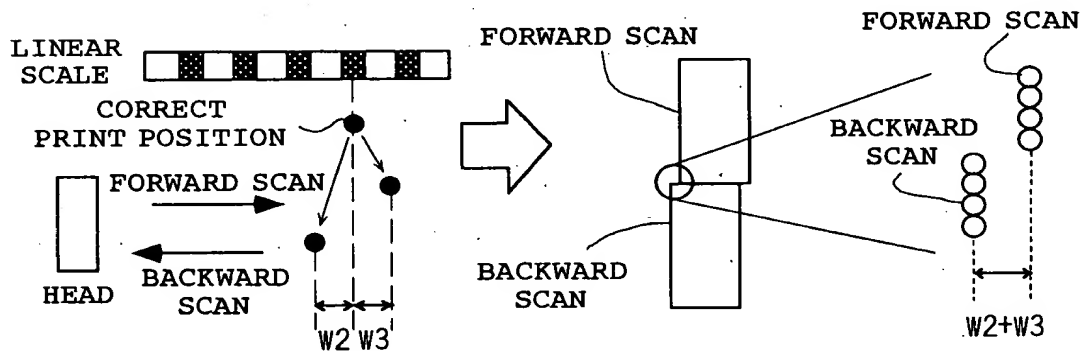


FIG. 14 (c) FORWARD/BACKWARD PRINT DEVIATION



14/22

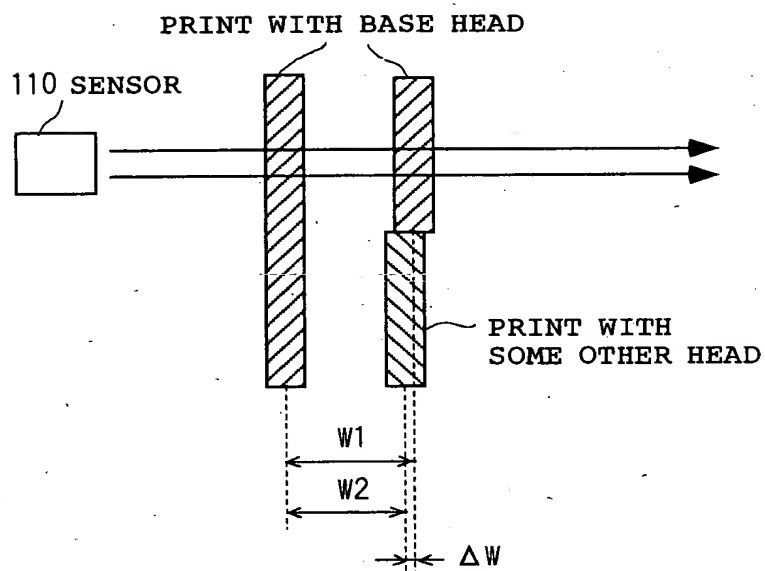


FIG. 15

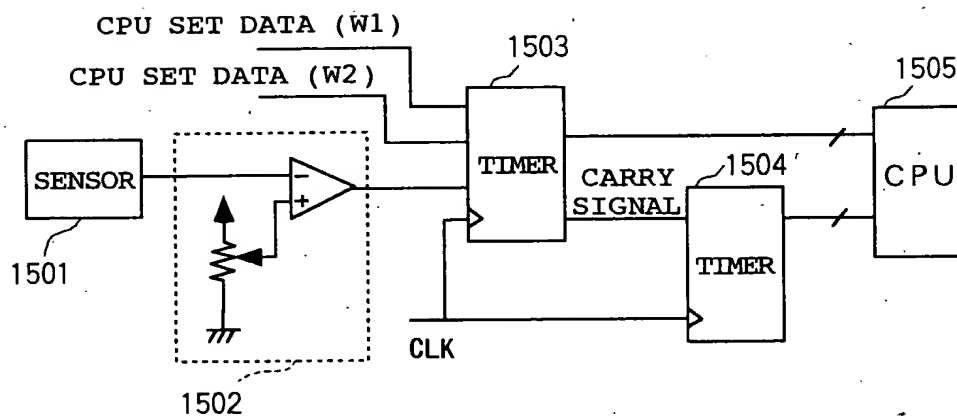


FIG. 16

FIG. 17

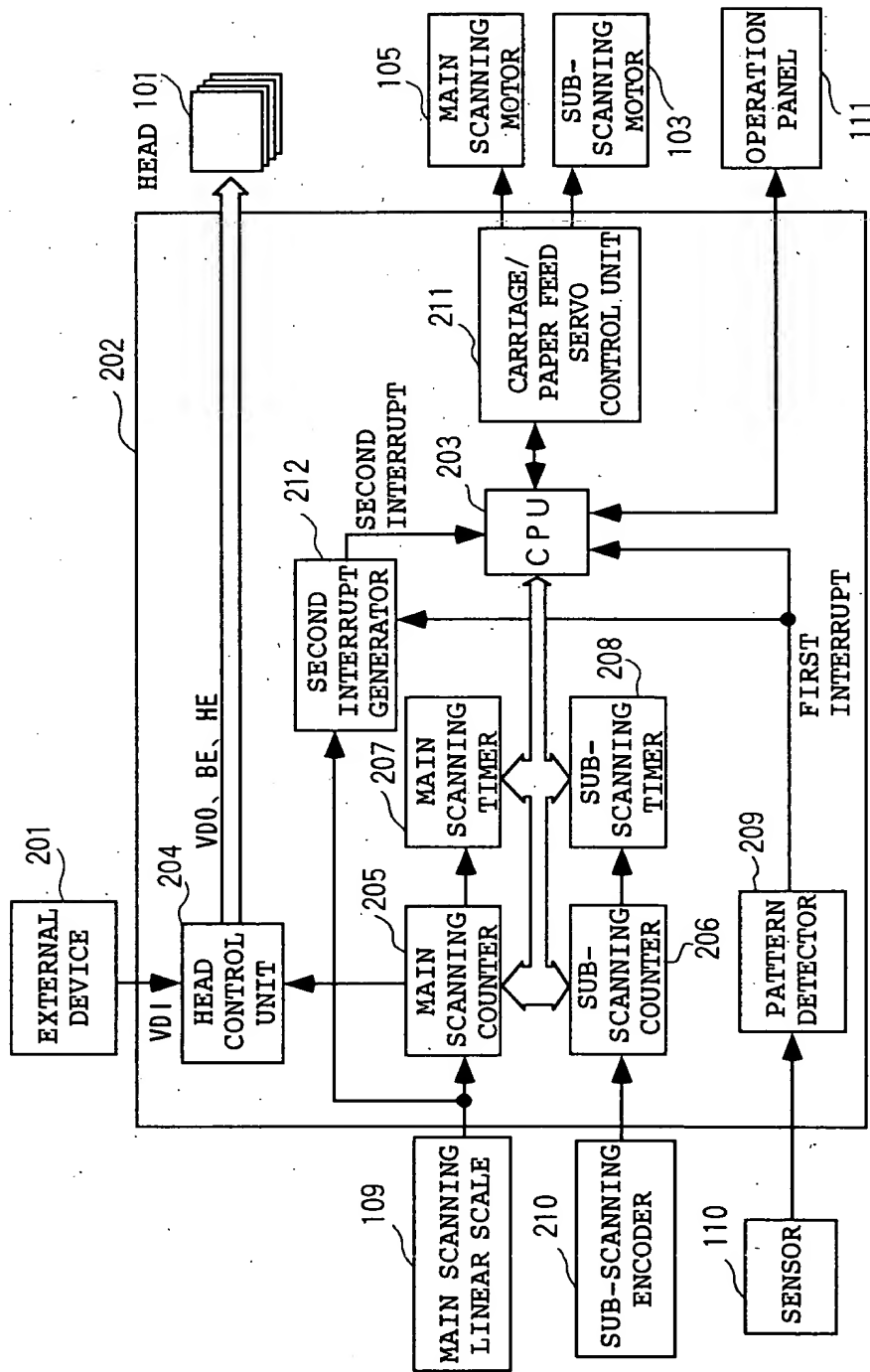
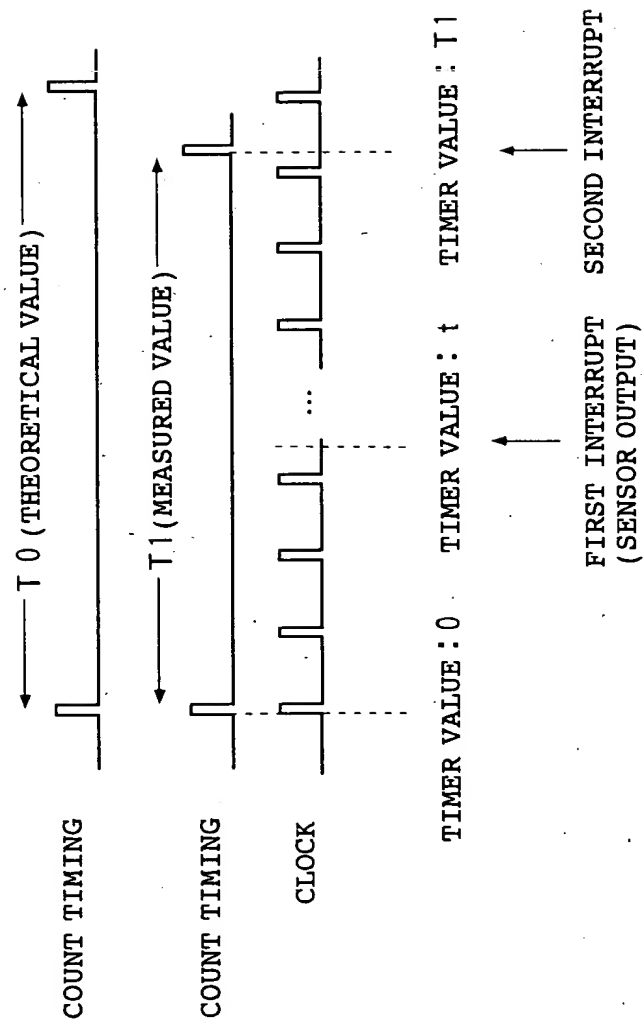


FIG. 18



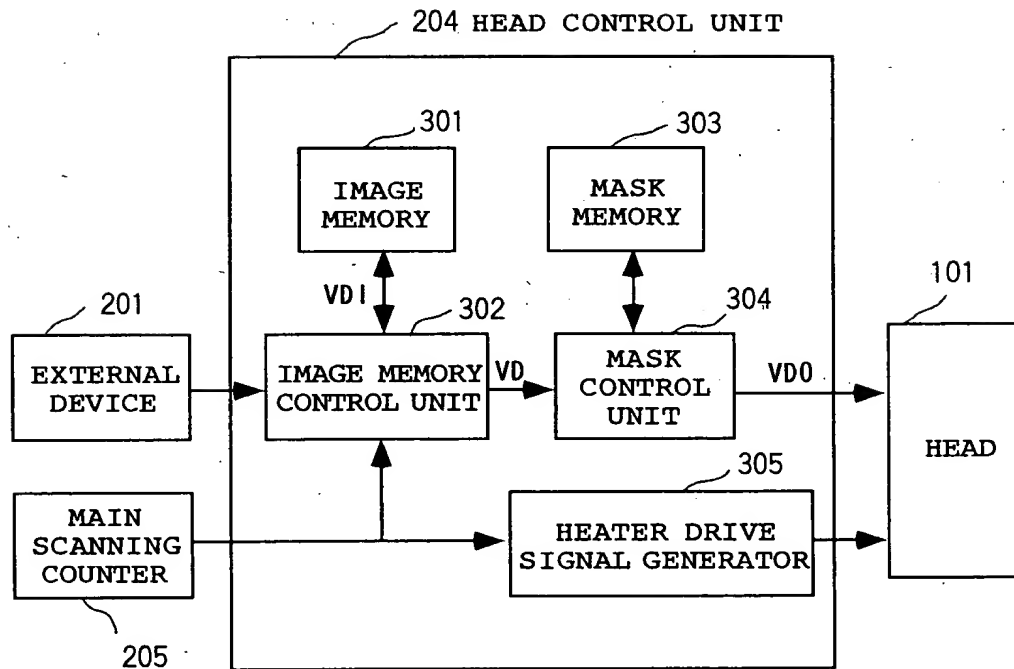


FIG. 19

18/22

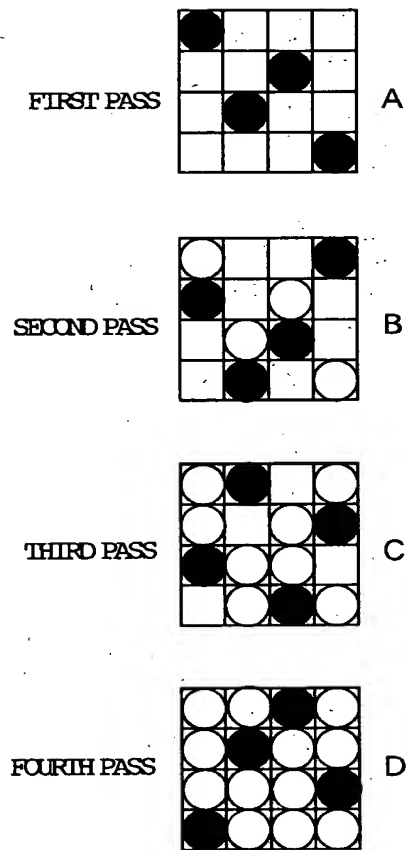


FIG. 20 (a)

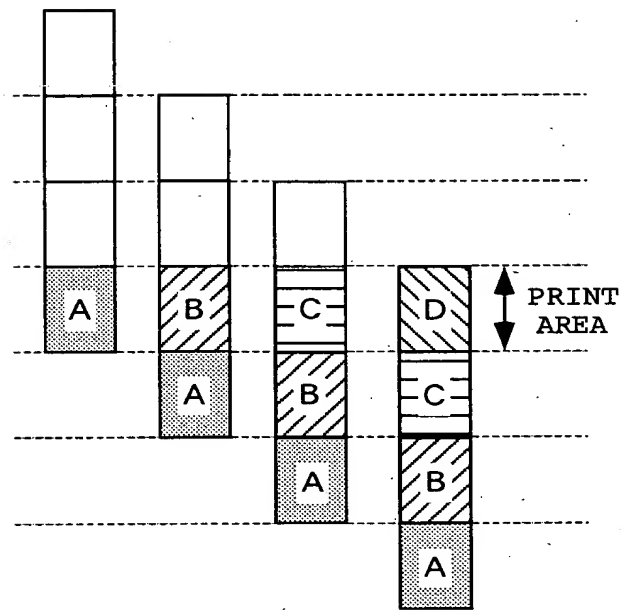


FIG. 20 (b)

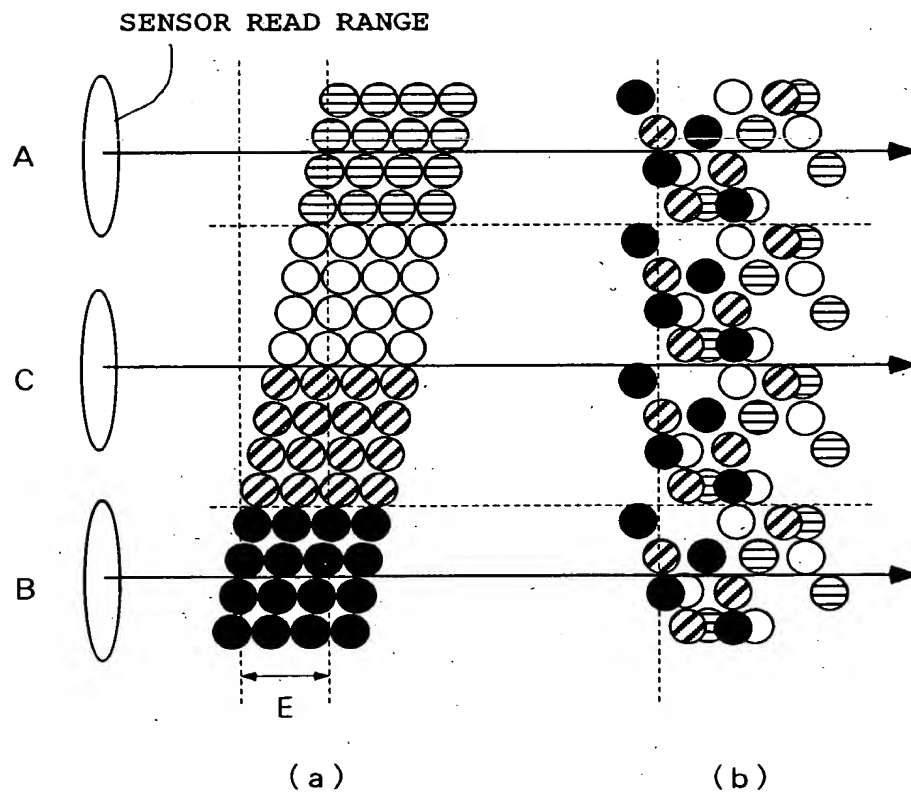


FIG. 21

20/22

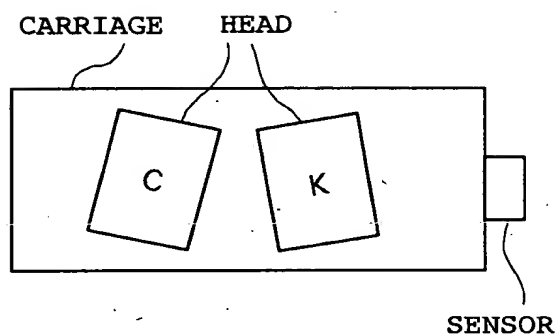


FIG. 22 (a)

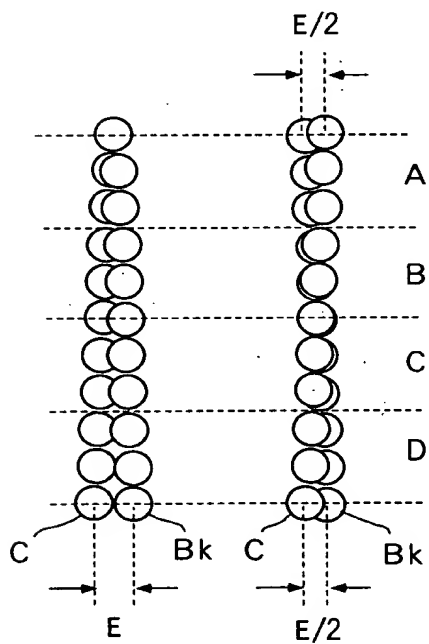


FIG. 22 (b) FIG. 22 (c)

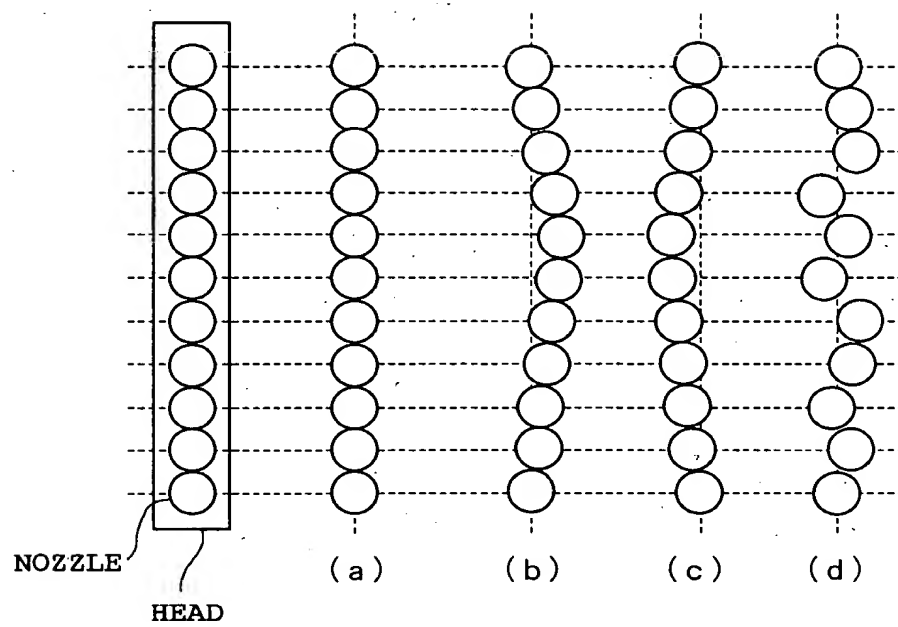


FIG. 23



22/22

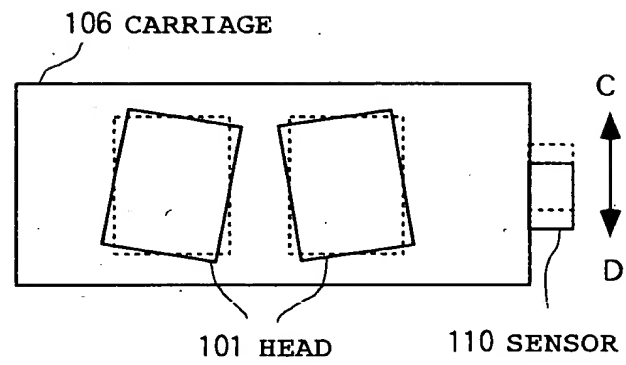


FIG. 24

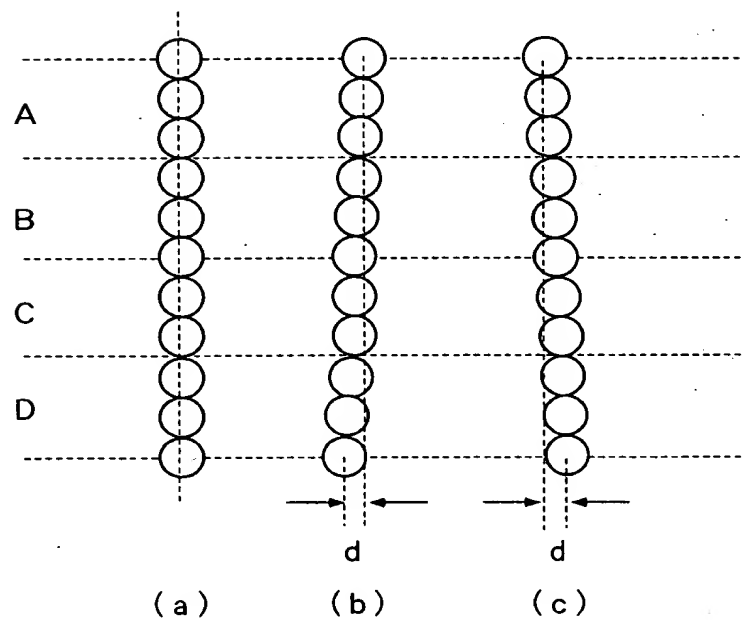


FIG. 25

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

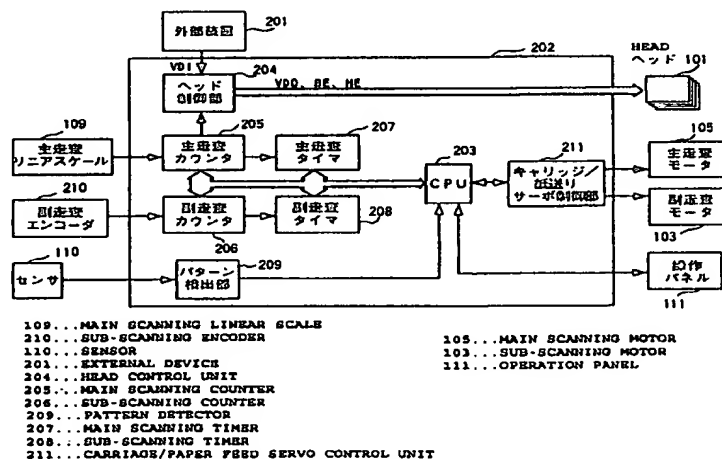
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類 <b>B41J 2/01, 2/21, 29/46, 19/18</b>	<b>A1</b>	(11) 国際公開番号 <b>WO00/64677</b>  (43) 国際公開日 2000年11月2日(02.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02670  (22) 国際出願日 2000年4月24日(24.04.00)  (30) 優先権データ 特願平11/114534 1999年4月22日(22.04.99) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) コピア株式会社(COPYER CO., LTD.)(JP/JP) 〒181-8520 東京都三鷹市下連雀六丁目3番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 松田雄二(MATSUDA, Yuji)(JP/JP) 〒181-8520 東京都三鷹市下連雀六丁目3番3号 コピア株式会社内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 山野睦彦(YAMANO, Mutsuhiko) 〒251-0052 神奈川県藤沢市藤沢518番地 スミノ藤沢701号 Kanagawa, (JP)		(81) 指定国 CN, JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: IMAGE FORMING DEVICE

(54) 発明の名称 画像形成装置



## (57) Abstract

A head (101) prints a specified test pattern under the control of a head control unit (204) in order to positively detect a head deviation when a head is changed, the printed test pattern is read by a sensor (110) and detected by a pattern detector (209). Every time an interrupt signal corresponding the edge of a detected pattern element is input to the CPU (203), a value of a main scanning counter (205)/main timer (207) (and/or a sub-scanning counter (206)/sub-scanning timer (208)) is read, the printing position of each pattern element is detected from the value, and the mounting deviation of the head is calculated based on the detection result of the printing position of each pattern element printed by the head. The vertical bar of a test pattern may be printed in a multi-path. A plurality of edges may be detected at different longitudinal portions of the bar and the detected results are averaged to determine an edge position.

EXPRESS MAIL #EL898203059US

# (57)要約

ヘッドを交換した場合におけるヘッドのずれを的確に検出するために、ヘッド制御部204の制御によりヘッド101により所定のテストパターンを印字し、この印字したテストパターンをセンサ110で読み取って、パターン検出部209で検出する。検出したパターン要素のエッジに相当する割込信号がCPU203に入力するごとに、主走査カウンタ205/主走査タイマ207（および/または副走査カウンタ206/副走査タイマ208）の値を読み取り、この値により各パターン要素の印字位置を検出し、当該ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置の検出結果に基づいて、当該ヘッドの取り付けずれ量を算出する。テストパターンの垂直バーはマルチパスで印字してもよい。また、バーの長手方向の異なる箇所複数回エッジ検出を行い、その結果を平均化してエッジ位置を求めてもよい。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ			TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CU	キューバ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
DE	ドイツ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DK	デンマーク	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
		KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書  
画像形成装置

技術分野

- 5      本発明は、インクジェット記録方式を用いて画像形成を行う画像形成装置に関する。

背景技術

- 10      インクジェット記録方式は、インクが満たされているノズル内にヒータを装着し、このヒータにパルス信号を印加することによりヒータを加熱して、インクを沸騰させ、これによって生じる気泡圧でインクを吐出させる方式である。この方式を画像形成装置に使用する場合には、ノズルを複数個並べて1つの記録ヘッドを構成し、更にこの記録ヘッドを複数個（例えば、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック等のインクを吐出する複数個の記録ヘッド）組み合わせて使用することにより、フルカラーの画像を形成する。
- 15

- 20      従来、インクジェット記録方式により複数個の記録ヘッドを用いて画像を形成する場合、工場出荷時にキャリッジに対して記録ヘッドを取り付けるとき、または、サービスマン／ユーザにより、その中の1個または数個の記録ヘッドが交換されたときに、図14（a）に示すように各記録ヘッド間に横方向の取り付けのずれがある場合（図の例ではシアン（C）の記録ヘッドが本来あるべき位置からWだけずれている）、そのまま印字したときに縦方向にスジが発生して画像むらとなる場合があった。同様に、図14（b）に示すように各記録ヘッド間に縦方向の取り付けのずれが生じた場合、横方向にスジが発生して画像むらとなる場合があった。

- 25      また、記録ヘッドの主走査方向に対して正確な位置でインクを吐出するために、リニアスケールを用いてインク吐出の同期をとっている装置においては、往復印字を行ったときに図14（c）のようにスリット位置からインクが吐出されるまで遅延が生じるため、キャリッジの移動スピードに応じて、吐出位置がずれて（ $W2 + W3$ ）、画像むらとなる場合があった。

このようなことから、記録ヘッド交換時、あるいは、何らかの影響により色ずれ（レジストレーションずれ、以下レジずれという）が起こった際には、それぞれの記録ヘッドのレジ合わせ（レジ調整）が必要となる。従来、この種のレジ調整の前提としてレジずれ量を検出する必要がある。そのために、印字用紙にレジ

5    ずれ量を検出しやすい特定のテストパターンをプリントし、このテストパターンのプリント結果を人間が見て、マニュアルにてレジずれ量を検出する方法と、テストパターンをセンサにて読み取ることによりレジずれ量を検出する方法とがあった。

このテストパターンをセンサにて読み取りレジずれ量を検出する技術は、特開

10    平7-323582号公報に開示されている。これは図15に示すように、複数の記録ヘッドのうちの基準となる記録ヘッドと他の各記録ヘッドとにより、それぞれ平行な2つのバー（パターン要素）からなるパターンを印字し、各平行バーの同一箇所をセンサで2回読み取って記録ヘッドのずれ量を検出する方法である。すなわち、先ず1回目のスキャンで、各パターン要素の幅を検出してその中心

15    ドット位置を算出する。その後、2回目のスキャンで、各パターン要素の中心ドットの位置に基づいて基準ヘッドのパターン要素間の幅 $W1$ を検出する。以上の動作を基準ヘッドと他のヘッドのパターン要素間で繰り返し、基準ヘッドと他のヘッドのパターン要素間の幅（距離） $W2$ 、 $\dots$ を算出する。その後、これらの幅の差に基づいてヘッドのずれ量 $\Delta W$ を算出する。

20    これは図16に示すように、センサ1501から出力されるアナログ信号を比較器1502で二値信号に変換する。一回目のスキャンではこの二値信号をタイマ1503によりある一定タイミングでサンプリングし、パターン要素を読み取るごとにCPU1505によりタイマ1503の値を参照することで、2パターン要素のそれぞれのパターン幅のデータを読み取る。スキャン終了後、2パターン要素のそれぞれの幅のデータに基づいてパターン要素のエッジから中心ドット

25    までの距離を、スキャン速度とサンプリング周波数から算出する。その後、2回目のスキャンで各パターンを読み取る直前に、前記各パターン要素の中心値をタイマ1503にセットすることで、キャリッジが各パターン要素の中心位置に到着するタイミングでタイマ1503から桁上がり信号が出力される。この桁上が

り信号を用いてタイマ1504を動作させることで各パターン要素の中心ドット間の距離を算出する。これを基準ヘッドのパターン要素同士間と、基準ヘッドと他のヘッドのパターン要素間で実施することで、ヘッドのずれ量 $\Delta W$ を算出していた。

- 5       しかしながらこの場合、一定タイミングでサンプリングを行っているため、キャリッジとモータを接続するための駆動ベルトのテンション等、様々な機械的な要因によりキャリッジの速度変動がキャリッジの走査中または走査毎、更には機械毎に発生し、前記サンプリング結果に累積ばらつきが生じて、必ずしも高精度なレジ調整が保証されるものではなかった。更に各パターン間の幅 $W_1$ ,  $W_2$ , ...を検出するときに、それぞれについてキャリッジを2回走査しなければならなかったため、検出に時間がかかると共に、前記累積ばらつきが2倍になってしまっていた。

- 10       また、紙送り方向においても同様に、印字用紙搬送用のローラ径/偏心/モータとローラを接続するギアのばらつき等で、前記サンプリング結果に累積ばらつきが生じていた。

15       本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、記録ヘッドを交換した場合における記録ヘッドのずれを的確に検出することができる画像形成装置を提供することにある。

- 20       さらには、記録ヘッドを製造する際の吐出口の形状や向きのばらつきにより、厳密には、図23(a)のように正しく1列に吐出されるのではなく、図23(b)~(d)のようにインクの着弾位置が上下/左右にばらつく現象がみられる。前記テストパターンをセンサにて読み取り、レジずれ量を検出する手法は、基準となるヘッドと他のヘッドとにより平行な2パターンを印字した後、センサでパターンの両エッジの位置から各パターン要素の幅およびパターン要素中心間の距離を読み取るため、前述のようにパターン要素のエッジにばらつきが生じていると、それが読み取り誤差となる。

25       また、図24に示すように、記録ヘッド101のキャリッジ106への取り付けにおいても、記録ヘッド101およびキャリッジ106の機械的なばらつきにより、記録ヘッド101が主走査方向に対して斜めに取り付けられる場合があ

る。また、キャリッジ 106 に取り付けられるセンサ 110 も機械毎に取り付け位置にばらつきが生じうる。記録ヘッド 101 がキャリッジ 106 に対して斜めに取り付けられると、図 25 (b) (c) に示すように、本来垂直であるバーの  
5    パターン要素 (図 25 (a)) が斜めに印字される。これに対してパターン要素の長手方向におけるセンサの読み取り位置が A ~ D といった具合にばらつくと、最大で値 d の検出誤差が発生する。

このように従来のレジずれ検出方法では、記録ヘッド 101 の固体差、キャリッジ 106 への記録ヘッド 101 の取り付け状態、センサ 110 の取り付け状態により、パターン検出結果に大きなばらつきが生じる可能性があった。

10    したがって、本発明は、さらに、記録ヘッドを交換した場合におけるヘッドのずれを的確に検出するために、テストパターンの検出精度を向上させることができる画像形成装置を提供することにある。

#### 発明の開示

15    本発明による画像形成装置は、インクジェット記録方式により複数の記録ヘッドを用いて印字用紙上に画像の形成を行う画像形成装置であって、前記複数のヘッドを搭載するキャリッジを主走査方向に移動させるための主走査方向の移動手段と、前記印字用紙を副走査方向に搬送するための用紙搬送手段と、少なくとも 1 つのヘッドにより、予め定めたパターン要素を含むテストパターンを印字する  
20    パターン印字手段と、前記キャリッジに搭載され、前記印字手段で印字用紙上に印字されたテストパターンのパターン要素を検出するパターン検出手段と、該パターン検出手段の出力を二値化する二値化手段と、前記主走査方向のキャリッジの位置を検出するための位置検出手段と、前記キャリッジを移動させることにより前記テストパターンのパターン要素を前記パターン検出手段で検出し、前記  
25    二値化手段で得られた二値信号の立ち上がり及び／又は立ち下がりエッジが発生したときの前記位置検出手段の検出結果に基づいて、前記パターン要素の印字位置を検出し、各ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置に基づいて、前記主走査方向における各ヘッドの取り付けずれ量を算出する算出手段とを備え、前記位置検出手段は、前記キャリッジの移動経路に併設されたりニアスケールに基

づく低分解能位置検出手段と、この低分解能位置検出手段の分解能で定まる最小単位以下の位置を検出するための高分解能位置検出手段とにより構成されることを特徴とする。このように本発明では、パターン検出手段の出力の変化時点ですその位置を確認することにより、機械的要因によるキャリッジ速度変動によらず

5 パターン要素の位置を的確に求めることができる。また、1回のキャリッジ走査でパターン要素の位置を求め、これを当該パターン要素の指示印字位置と比較することにより、各ヘッドの取り付け誤差を求めることができる。さらに、低分解能位置検出手段と高分解能位置検出手段とを組み合わせることにより、より高精度にパターン要素の位置を検出することができる。

- 10 前記テストパターンは、例えば、各ヘッドについて、前記主走査方向とほぼ直角の副走査方向に伸びた少なくとも1本の垂直バーであることを特徴とするものである。

- 前記テストパターンは、各ヘッドについて、前記主走査方向とほぼ平行に伸びた少なくとも1本の水平バーをパターン要素として含んでもよく、この場合に
- 15 は、前記主走査方向とほぼ直角の副走査方向における印字用紙の搬送量を検出するための搬送量検出手段と、該搬送量検出手段のタイマ以下の搬送量を計測するための計測手段とをさらに備え、前記算出手段は、前記テストパターン印字された印字用紙を前記用紙搬送手段により前記キャリッジに対して移動させることにより前記テストパターンのパターン要素を前記パターン検出手段で検出し、前記
- 20 二値化手段で得られた二値信号の立ち上がり及び／又は立ち下がりエッジが発生したときの前記搬送量検出手段および計測手段の結果に基づいて、前記パターン要素の印字位置を検出し、各ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置に基づいて、前記副走査方向における各ヘッドの取り付けずれ量を算出する。

- 前記パターン検出手段は、例えば、発光素子と受光素子から構成される反射型
- 25 センサである。

前記低分解能位置検出手段は、例えば、前記リニアスケールに基づくタイミング信号をカウントするカウンタにより構成され、前記高分解能位置検出手段は前記タイミング信号により初期化され、かつ所定のクロック信号で時間計測するタイマにより構成される。



- 前記パターン印字手段は、前記垂直バーの分割された各部分を構成する複数のドットを単一のヘッドの異なる部分により分担して、順次複数のバスで記録するようにしてもよい。このようないわゆるマルチバス記録により、ヘッドの傾きやヘッドの記録素子のばらつきによる垂直バーの上下部分の位置ずれを緩和することができる。
- 5

前記算出手段は、前記垂直バーの長手方向に異なる少なくとも2箇所において前記パターン検出手段により当該垂直バーの検出動作を行い、該検出結果の平均値に基づいて前記垂直バーの印字位置を求めるようにしてもよい。これにより、パターン位置検出誤差を平均化することができる。

- 10     さらに、前記パターン要素が検出された時点における前記リニアスケールの単位時間間隔を計測する手段と、前記単位時間間隔の実測値と理論値とに基づいて前記タイマの測定値を補正する手段とを備えてもよい。これにより、単位時間間隔内部における位置検出についてもキャリッジの速度変動による影響をなくすことができる。

- 15     前記算出手段は、好ましくは、求められたパターン要素の両エッジの位置から当該パターン要素の幅の中心位置を求める。これにより、紙の種類、紙浮き等に対する位置検出結果の依存性をなくすことができる。

- また、本発明による方法は、キャリッジの移動経路に併設されたりニアスケールを備えた画像形成装置において、印字用紙上にヘッドにより実際に印字が行われた印字位置とその印字目標位置とのずれを検出する方法であって、前記リニアスケールの分解能により決まる単位間隔の内部位置を検出するためのタイマを設け、主走査方向に走査されるキャリッジに搭載されたヘッドにより印字用紙上の目標位置に所定の印字要素を印字し、前記キャリッジに搭載されたセンサにより前記印字要素を検出し、この印字要素の検出時点で、前記リニアスケールに基づいて低分解能位置を検出するとともに、前記タイマにより前記単位間隔内の高分解能位置を検出し、この検出された位置と前記印字目標位置とのずれを求めることを特徴とする。
- 20
- 25

図 1 は、本発明の一実施の形態に係わる画像形成装置の本体を示す図である。

図 2 は、本発明の実施の形態における制御ブロックを示す図である。

図 3 は、本発明の実施の形態におけるテストパターン（印字パターン）を示す図である。

5 図 4 は、本発明の実施の形態におけるセンサの構成を示す図である。

図 5 は、本発明の実施の形態におけるパターン検出部の構成を示す図である。

図 6 は、本発明の実施の形態における印字パターンとセンサ出力のタイミングを示す図である。

10 図 7 は、本発明の実施の形態における割込入力から、リニアスケールの出力を取り込むタイミングを示す図である。

図 8 は、本発明の実施の形態における紙浮きが生じたときのセンサ出力の様子を示す図である。

図 9 は、本発明の実施の形態における印字結果の一例を示す図である。

15 図 10 は、本発明の実施の形態における記録ヘッドの内部回路を示す図である。

図 11 は、本発明の実施の形態における画像形成の手順を示す図である。

図 12 は、本発明の実施の形態におけるリニアスケールの構成と印字タイミングを示す図である。

20 図 13 は、本発明の実施の形態におけるヘッド交換後のレジ調整の動作例を示すフローチャートである。

図 14 (a) (b) (c) は、ヘッドがずれている場合の印字結果を示す図である。

図 15 は、従来のレジずれ検出を行う際の印字パターンを示す図である。

25 図 16 は、従来のパターンを検出する制御回路を示す図である。

図 17 は、本発明の第 2 の実施の形態における制御ブロックを示す図である。

図 18 は、本発明の第 2 の実施の形態を説明するためのタイミング図である。

図 19 は、本発明の第 3 の実施の形態におけるヘッド制御部の内部ブロックを示す図である。

図20(a)(b)は、図19の実施の形態におけるマルチバスの印字の様子を示す図である。

図21(a)(b)は、図19の実施の形態におけるシングルバスとマルチバスの印字結果の違いを示す図である。

- 5 図22(a)(b)(c)は、図19の実施の形態におけるヘッドが傾いた場合のヘッドの様子および印字結果を示す図である。

図23は、ヘッドの製造ばらつきで生ずるインクの吐出状態を示す図である。

図24は、ヘッドをキャリッジに取り付ける際のばらつきを示す図である。

- 10 図25(a)(b)(c)は、ヘッドをキャリッジに取り付ける際のばらつきで生ずるインクの吐出状態を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、さらに図面を参照して詳細に説明する。

- 15 図1は、本発明に係るシリアルプリンタ形態のインクジェット画像形成装置の概略構成を示した図である。記録ヘッド101Bk, 101Y, 101M, 101Cには、インクタンクからインクチューブ（いずれも図示せず）を介して、ブラック、イエロー、マゼンタ、シアンの各色のインクが供給される。各記録ヘッド101は、主制御部（図示せず）からの記録情報に応じた記録信号に対応して、記録ヘッドドライバ等によって駆動され、これにより、各記録ヘッド101  
20 からインク滴が吐出されて印字用紙102上にカラー記録がなされる。

副走査モータ（用紙搬送モータ）103は印字用紙102を間欠送りするための駆動源であり、ギヤを介して搬送ローラ104を駆動する。主走査モータ105は、記録ヘッド101を搭載したキャリッジ106を、主走査ベルト107を介して矢印A, Bの方向に走査させるための駆動源である。

- 25 印字用紙102が搬送ローラ104により給紙搬送され、印字箇所到達すると、用紙搬送モータ103がオフされ、印字用紙102の搬送は停止される。印字用紙102への画像記録動作に先立って、ホームポジション（HP）センサ108の位置にキャリッジ106を移動し、次に、矢印Aの方向に往路走査を行い、所定の位置よりブラック、イエロー、マゼンタ、シアンのインクを記録ヘッ

ド101Bk~101Cより吐出し画像記録を行う。キャリッジ106の1回の走査による所定の幅（バンドと呼ばれる）分の画像記録を終えたらキャリッジ106を停止し、逆に、矢印Bの方向に復路走査を開始し、ホームポジションセンサ108の位置までキャリッジ106を戻す。復路走査の間、用紙搬送モータ103を駆動することにより、記録ヘッド101Bk~101Cで記録した1バンド分の印字用紙102の搬送を、矢印Cの方向に行う。このようなキャリッジ106（およびヘッド101）のスキャン動作と紙送り動作との繰り返しにより画像全体の記録を実現する。

キャリッジ106の走査経路に隣接並行して配置されたりニアスケール109は、所定の分解能（解像度）のスリットを有する。このリニアスケール109のスリットを、キャリッジ106の近傍に取り付けられている透過型光学センサ（図12の1203）で読み取ることにより2つの位相の信号（90°の位相差）を得ることができ、この信号を基にキャリッジ106の位置管理を行うと共に、記録ヘッド101のインク吐出の同期をとっている。

15     なお、本実施の形態では、600ドット／インチの分解能の記録ヘッドと、600ドット／インチの分解能のリニアスケールを使用することにより、600ドット／インチの記録を可能としている。

また、本実施の形態では、キャリッジ106の近傍に、反射型の光学センサ110が取り付けられている。キャリッジ106に搭載されている印字ヘッド101が、複数個配列した記録素子の破壊や不吐出等により良好な画像形成ができなくなった場合、記録ヘッドを交換する必要がある。複数個備えた記録ヘッドのうちの一部または全部を交換した際、あるいは、何らかの影響により、複数個備えた記録ヘッドの位置関係がずれた際には、各色ごとに形成された画像がずれてしまい、良好な画像が得られなくなるという大きな問題点がある。このようなことから、ヘッド交換時、あるいは何らかの影響により色ずれ（レジストレーションずれ、以下レジずれという）が起こった際には、それぞれの記録ヘッドの相互間の位置合わせを行うレジ調整が必要となる。このため、ある特定のテストパターン（印字パターン）Pを印字し、これをセンサ110により読み取り、レジずれ量を検出する。さらに、この検出したレジずれ量に基づいてレジ調整を行う。こ

のレジズれ量を検出する動作は本発明で最も特徴的なものであり、以降、その詳細を説明する。

図2は、本発明の第1の実施の形態に係わる画像形成装置の制御ハードウェアの構成を示すブロック図である。同図に示す画像形成装置は、印字制御部202  
5 およびヘッド101を有し、外部装置201に接続される。外部装置201は、画像形成装置に対して、記録にかかる画像データや各種指令を供給するホスト装置であり、コンピュータ、イメージリーダその他の形態を有する。

印字制御部202には、主走査リニアスケール109、副走査エンコーダ210、主走査モータ105、副走査モータ103、センサ110、および操作パ  
10 ネル111が接続されている。

印字制御部202は、外部装置201から転送されてくる画像データVDIから、ヘッド101を用いて印字用紙に画像イメージを形成する制御を行っている。印字制御部202は、CPU203、ヘッド制御部204、主走査カウンタ205、副走査カウンタ206、主走査タイマ207、副走査タイマ208、パ  
15 ターン検出部209、キャリッジ／紙送りサーボ制御部211から構成されている。CPU203は、シリアル画像データVDIが転送されてくる外部装置201とのインターフェースを行うと共に、各メモリやI/O等、印字制御部202全体の動作のコントロールを行っている。

具体的には、外部装置201からシリアル画像データVDIが転送されてくると、CPU203からの命令で、ヘッド制御部204にて画像データVDIを数  
20 バンド分画像メモリに一時保持する。保持された画像データVDIには、各種画像処理が加えられ、ヘッド101のスキヤンに合わせて画像データVDOが出力される。このとき、画像メモリ（図示せず）の制御においては、CPU203からの設定によって、読み出しを行う水平方向および垂直方向のアドレス値を任意  
25 に可変設定することができる。これにより、ヘッド毎に印字すべき画像データVDOの読み出し位置を変化させることで、各ヘッドの取付位置の補正を行うことが可能となっている。

本実施の形態では、図に示すように主走査リニアスケール109と副走査エンコーダ210を配置している。主走査リニアスケール109は、主走査モータ1

- 05によりキャリッジ106を駆動したときに、また、副走査エンコーダ210は副走査モータ103により紙送りを駆動したときに、それぞれの移動量に応じた絶対位置で、2つの位相信号が出力される。主走査リニアスケール109の出力は、画像データVDOの出力等の印字制御の同期信号としても使用されており、この信号に同期して画像メモリのアドレス信号の生成を行っている。そのため、画像メモリからの読み出しアドレスを変えることにより主走査方向にはリニアスケール単位でのレジずれ量の補正を行うことが可能となり、副走査方向にはヘッドのノズル単位でのレジずれ量の補正が可能となっている。また、図示しないが実際には主走査方向カウンタ205から出力される同期信号に同期して、
- 10 CPU203から設定された時間だけ遅延させて画像メモリのデータを出力するようにしている。これにより、主走査リニアスケール109の検出可能な最小単位間隔以下のずれ補正を行うことが可能となっている。

- ヘッド制御部204では、ヘッドの各ブロックのイネーブル信号BE、ヒータ駆動のパルス信号HE等、インクの吐出に必要な信号の生成も行っている。ヘッド制御部204から出力された画像データVDO、ブロックイネーブル信号BE、ヒータ駆動のパルス信号HE等はヘッド101に転送され、ヘッド101内の制御回路で、各画像データVDOとイネーブル信号（BE、HEを示す）がイネーブルになっているノズルのみヒータをONする。このようなノズルからインクが吐出されて印字用紙に付着し、図11に示すように1列（コラム）分の画像を形成する。これを、主走査方向にヘッド101を走査させることにより繰り返して、1バンド分の画像を形成する。ついで、印字用紙を所定量だけ送り、再度1バンド分の画像を形成する。このような制御を繰り返すことにより、印字用紙上に画像全体が形成される。
- 20

- なお、キャリッジ／紙送りサーボ制御部211は、主走査リニアスケール109と副走査エンコーダ210の出力から、主走査モータ105および副走査モータ103の駆動スピード／起動／停止／移動量の位置管理をフィードバック制御している。
- 25

また、操作パネル111は、印字モード、デモプリント、記録ヘッドの回復動作指示など、ユーザにより本画像形成装置の動作を指示するものである。ヘッド

交換およびレジずれが発生した際の動作の指示も、操作パネル111から行うことができる。

ヘッド101の内部は、図10に示すように構成されている。なお、同図は1個のヘッドについてのみ示している。図10において、1001、1002はシフトレジスタ、1003、1004はラッチ回路、1005はデコーダ回路、1006はAND回路である。1007はトランジスタ、1008はヒータである。

画像データVDO1、VDO2は、外部装置201よりシリアル2値データで転送クロックCLKに同期して転送されてくる。このシリアル2値データは、シフトレジスタ1001、1002でそれぞれ順次シリアルーパラレル変換される。画像データVDO1、VDO2についてそれぞれ8個の単位データが転送された後、LAT信号により保持状態となる。また、複数ノズルで構成されている1つのヘッドをnブロックに分け（本例では256ノズルで構成されているヘッドを16ブロックに分けて使用している）、1ブロックに1パルスのイネーブル信号BE0～15とヒータ駆動のパルス信号HEとを与える。画像データがい

15 ねーブルで保持されているノズルのみトランジスタ1007がON可能となり、このトランジスタONにより対応するヒータ1008が加熱されてインクを吐出する。

なお、画像形成装置においては、イネーブル信号BEをデコーダ1005で4ビットから16ビットに変換している。個々のノズルでは、イネーブル信号BEとそれぞれ画像データVDO1、VDO2のビット値とヒータ駆動のパルス信号HEが全てONしたタイミングで、インク吐出が行われる。

本実施の形態においてレジずれ補正の指示がされた場合のレジ調整の処理例を図13に示す。これは、種としてヘッド交換直後に行われる。図3に示すように各々のヘッドを用いて、水平バーHBおよび垂直バーVBから構成されるテストパターンPを印字する（S11）。図3において水平バーHBは、縦方向のレジ

25 ずれを検出するためのパターン要素であり、垂直バーVBは、横方向のレジずれ量を検出するためのパターン要素である。なお、図3におけるレジずれ量検出用のテストパターンPは、各ヘッドにより往走査方向にキャリッジをスキャンさせ

たときに印字されるパターン要素の４ブロックのみ記述しているが、復走査方向でのスキヤンの時に、往走査方向とレジずれ量が異なるときは、復走査方向用のパターン要素を設ける。また、図において各パターン要素ブロックは各色毎に複数のバーをほぼ等間隔に印字しているように示しているが、レジずれ量を算出する際は、指示された印字位置と実際の検出位置の比較によりずれ量を算出するため、必ずしも等間隔でなくてもよい。さらには、図３のテストパターンではすべてのヘッドによる印字パターンを示したが、必ずしもすべてのヘッドによりテストパターンを印字する必要はなく、例えば交換されたヘッドのみの印字パターンとしてもよい。また、各ヘッドのパターン要素を図の例では６本示したが、これは複数の結果の平均をとるためであり、原理的には各ヘッドにつき１本のパターン要素で足りる。

前述のとおり、ヘッド近傍にはセンサ１１０（図１）が取り付けられていて、図３のようなテストパターンを印字後、その各パターン要素をセンサ１１０で読み取って（図１３，Ｓ１２）、当該ヘッドのずれ量の検出およびレジスト調整量としての保存が行われる（Ｓ１３）。これらのステップＳ１１～Ｓ１３は、水平バーおよび垂直バーについて別個に行うことができる。また、これらのステップは、交換ヘッドについて繰り返すことができる（Ｓ１４）。

より具体的には、先ず、図３に示す水平バーＨＢを印字後、これらのパターンの上流にセンサ１１０が位置するように、キャリッジ１０６を移動させる。その後、印字用紙１０２を搬送し、センサ１１０の出力に基づいて印字制御部２０２内のパターン検出部２０９でパターンの濃度変化する箇所を検出する。すなわち、センサ１１０から出力されるアナログ信号を二値信号に変換してＣＰＵ２０３の割込入力端に入力する（図６）。このとき、二値信号の各立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジは、前述のパターン要素の両エッジに相当する。ＣＰＵ２０３は割込入力端に、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジが入力する毎に、副走査カウンタ２０６および副走査タイマ２０８の値を読み取り、ワーク用のメモリにデータを一時格納する。

水平バーＨＢを全て読み取った後、次に垂直バーＶＢを印字する。垂直バーＶＢの印字後、垂直バーＶＢ上にセンサ１１０が位置するように、印字用紙１０



2を移動させる。その後、キャリッジ106をスキャンし、センサ110の出力に基づいて、印字制御部202内のパターン検出部209でパターンの濃度変化する箇所を検出するとともに、センサ110から出力されるアナログ信号を二値信号に変換してCPU203の割込入力端に入力する。CPU203は、割込入力端に、前述と同様に立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジが入力する毎に、主走査カウンタ205および主走査タイマ207の値を読み取り、ワーク用のメモリにデータを一時格納する。垂直バーVBを全て読み取った後、CPU203によりレジずれ量の算出が行われる。

なお、水平バーHBと垂直バーVBの処理順は、上記と逆であってもよい。

10 図4は本画像形成装置に使用されるセンサ110の内部を示した図である。図において、401はフォトランジスタまたはフォトダイオードで構成され、インク色の周波数を包括する帯域（または光学フィルタ）を有している受光素子、402はC、M、Yの補色となるR、G、Bの何れか一つ以上を含んだ発光素子である。403は光学レンズであり、発光素子402で発光された光を、レ  
15 ジずれ検出用パターンPに照射して、その反射光を光学レンズ403により受光素子401上に集光することにより、パターン要素の有無を検出している。なお、本実施の形態ではC、M、Y、Kのインク色を使用していて、且つ各インク色と背景の印字用紙の白色を識別するために、発光素子としてR、G、Bをそれぞれ独立に発光する発光素子を用いて、各インク色に応じて発光色を切り替えて  
20 いる。

センサ110の出力は、印字制御部202内のパターン検出部209でパターンの濃度変化する箇所を検出するために用いられる。パターン検出部209の詳細を図5に示す。

図5において、501は発光素子駆動用のトランジスタ、502は受光素子に発生する電流を増幅しながら電圧に変換するI-E増幅器、503はI-E増幅器502の出力を更に増幅するための増幅器である。また、504は増幅器503の出力を二値化するための比較器、505はセンサ110の発光素子の発光量およびセンサ110のオフセット量を調整するための調整値をCPU203から設定するためのD/A変換器を示している。増幅器502の出力は、CPU20

3のアナログーデジタル変換入力端にも接続されていて、レジずれ調整用のパターンを検出する前には、センサ出力がある一定レベルになるように、CPU 203によりセンサ110の発光素子の発光量調整とセンサ110の出力のオフセット調整がなされる。各センサの調整終了後、レジずれ調整用のパターンを読み取り、パターンの検出が行われる。また、比較器504の出力はCPU 203の割込入力端に接続されていて、比較器504からの二値化出力の立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジが入力する毎に、横方向のレジずれ検出の場合は、主走査カウンタ205および主走査タイマ207の値を、また、縦方向のレジずれ検出の場合は副走査カウンタ206および副走査タイマ208の値を読み取り、ワーク用のメモリにデータを一時格納し、読み取り終了後、レジずれ量の算出を行う。

図7に、本実施の形態において主走査方向のレジずれ量を検出する際の、割込入力と主走査リニアスケールの関係を示す。主走査リニアスケール109からは、キャリッジ106の移動に応じて図のように位相Aと位相Bの2つの位相信号が出力される。主走査カウンタ205では、位相A／位相Bのそれぞれの立ち上がりおよび立ち下がりエッジをカウントし、リニアスケール109の分解能の限度でキャリッジの移動位置を計測している。主走査タイマ207では、位相A／位相Bのそれぞれの立ち上がりおよび立ち下がりエッジが入力される時間間隔内で、それより短周期の基準クロックを一定タイミングでカウントしていき、主走査リニアスケール109の検出可能な最小単位間隔以下のキャリッジ位置を検出できる構成となっている。レジずれ量を検出するためにキャリッジを走査していく間のタイミングTでセンサ110からCPU 203に対して割込が入力された場合、CPU 203により主走査カウンタ205および主走査タイマ207のカウント値を参照することにより、パターン要素を検出したときのキャリッジ位置を高分解能で検出することが可能となっている。そのために、タイマ207は、カウントタイミング毎に初期化される。なお、タイマの測定誤差を最小限にするため、キャリッジの移動は一定速度で駆動されるのが望ましい。

リニアスケール出力をカウントする主走査カウンタ205のみでパターン要素の位置検出をするだけでは、その分解能はリニアスケール109の分解能に依存

してしまい、高精度なレジずれ量の検出は期待できない。また、従来のように、一定タイミングでタイマを用いてサンプリングするだけでも、前記のように機械的な要因で累積ばらつきが出てしまう。そのため本発明のようにパターン要素の位置検出のために、主走査カウンタ205でパターンの大まかな絶対位置を検出し、リニアスケールの最小単位間隔以下の分解能の正確な位置をタイマで計測する構成とすることにより、キャリッジの速度変動の影響を最小限とするとともに、高分解能の位置検出を行うことが可能となる。

以上のように、従来のように基準ヘッドと他のヘッドで印字したパターンの距離をタイマで計測する構成（基準ヘッドに対する他のヘッドのずれ量を検出する構成～相対位置比較）でなく、リニアスケール基準で印字すべきドット位置と、実際に印字されたドット位置に基づいてヘッドのずれ量を検出する構成（絶対位置比較）のため、中心ドット位置の検出を、1回の走査のみで検出できる。そのため誤差が2倍になることはなく、検出誤差を最小限にすることが可能となる。

また、相対位置比較の場合の印字パターンは、常に基準ヘッドと比較ヘッドとの異なる色のパターン要素を対にして平行に配置する必要があるが、本発明ではそのような印字パターンの構成に対する制約が緩和される。さらに、本発明では、記録ヘッドの交換時にはその交換したヘッドについてのみのパターン要素を印字して、ヘッドのずれ量を検出することができる。相対位置比較の場合には、黒色以外の色について1ヘッドのみの交換であっても黒のパターン要素1対と黒と当該ヘッドのパターン要素の対とを印字しなければならなかった。また、特に黒色のヘッド交換時にはすべての色のヘッドについての印字パターンを印字して黒以外のすべてのヘッドについてのずれ量の検出処理を行わなければならない

（通常の使用状態では、モノクロ印字が多いため黒色のヘッドの交換頻度は一般に他のヘッドの交換頻度より大きい。）

パターン読み取り終了後、CPU203はワーク用メモリに格納されているデータをリードし、立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのキャリッジ位置の値から、各パターンの中心ドット位置の算出を行う。図8の「状態1」、「状態2」に示すように紙の種類、紙浮き、センサ精度および各インクの光の吸収率の差等の状態によりセンサの出力レベルが多少変動するため、比較器504におい

て固定のしきい値で二値化した際に、立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの位置が場合に応じてばらついてしまう。これに対処するため両エッジの位置から、中心位置の算出を行っている。これにより、上記変動があっても中心位置はほぼ同一のため、常に安定した出力結果が得られる。その後、印字指示された各パ

- 5 ターン要素の中心ドット位置（指示値）と、その実際の測定値の差を算出する。上記のテストパターンの例では、各色につき複数の平行バーの各中心ドット位置のずれ量を求め、これらを平均化する。このようにして求めた各ヘッドの位置の差から、レジずれ量を算出することが可能となる。

- 図9によりレジずれ量の差の一例を説明する。図において白丸印“○”は印字しようとしていたドット位置を表しており、主走査リニアスケールカウンタ値の 16hex から 1Chex までの範囲を印字しようとしているのに対して、黒丸印“●”はレジずれによって印字位置が 17hex から 1Dhex までの範囲にずれてしまった様子を示している。このときの印字しようとしていたパターン要素の中心ドット位置は、19hex であるのに対して、レジずれによって印字結果がずれてしまったパターン要素の中心ドット位置は、1Ahex となっている。この結果、1ドット分のレジずれが発生していることになる。なお、実際には1ドット未満の位置ずれが発生するが、ここでは、説明の便宜上、1ドット分のずれを示した。
- 10  
15

- 以上のような動作を、縦方向のレジストずれを検出するためのパターン（HB）および横方向のレジストずれを検出するためのパターン（VB）に関し
- 20
- て行うことにより、縦／横各方向のヘッド取り付けによるずれを検出することが可能となる。

- このようにして検出された各ヘッドのレジずれ量に基づいて各ヘッドのインク吐出位置を補正するためには、前述したように、CPU203によりヘッド制御部204内の画像メモリからの読み出しアドレスと読み出しタイミングを可変することによって、主走査方向では主走査リニアスケール109の分解能（最小単位間隔）以下で吐出位置の補正することが可能となり、また、副走査方向ではヘッド101のノズル単位での吐出位置の補正が可能となる。
- 25

なお、本実施の形態においては、副走査方向の補正はノズル単位でしかできな

いが、副走査方向のレジずれ量を副走査エンコーダ 210 の分解能以下の値を求めるために副走査タイマ 208 を用いている。この理由は、副走査方向のレジずれ量を検出・算出時に小数点以下の端数が発生したときに、上下どちらのノズルを使用した方がレジずれ量が最も最小になるかを決定するためである。これに伴い、副走査方向のタイマ 208 に関しては、主走査方向のタイマほどの精度は必要ない。

前記実施の形態では、縦／横のレジストのずれを 1 回の検出動作で検出する方法について述べたが、1 回の検出動作ではセンサ 110 の精度によるセンサ出力信号のレベルの変動、リニアスケールの製造ばらつきおよびキャリッジの速度変動等により検出結果が、検出の度に変動してしまうことがある。これに対しては、検出回数またはパターン数を増やしてその平均値を用いることにより上記問題を低減することが可能となる。

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。図 17 に、この実施の形態における画像形成装置の構成を示す。この図の構成は図 2 に示したものとほぼ同様であるが、第 2 割込生成部 212 を追加している。この第 2 割込生成部 212 は、図 18 のタイミング図に示すように、パターン検出部 209 からの CPU 203 への割込信号（第 1 割込）が発生したときに、その直後の主走査リニアスケール 109 からのタイミング信号の発生時に、CPU 203 に対する第 2 割込信号を発生する。この第 2 割込信号により、CPU 203 にその時点の主走査タイマ 207 のタイマ値 T1 を認識させるためのものである。この実施の形態では、主走査タイマ 207 のタイマ値のリセットは、タイマ値 T1 が認識された直後に行うようにする。

実測したタイマ値 T1 はキャリッジの速度変動により、その規定速度から求まる理論値 T0 から変化しうる。図ではキャリッジの実際の速度が規定速度より若干速い場合を示している。したがって、第 1 割込で実測したタイマ値 t もこの速度変動の影響を受けて、その理論値より変化している（この例では小さくなっている）と考えられる。この速度変動の影響を補正するために、タイマの補正值 t<sub>c</sub>（理論値）を次式で求める。

$$t_c = (t / T1) \times T0$$

これによって、パターン要素の検出位置に対する、リニアスケールの分解能によって決まる最小単位間隔内におけるキャリッジの速度変動の影響をもなくすることが可能となる。次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。この実施の形態における画像形成装置の構成は、図1、図2に示したと同様であるが、

5 ヘッド制御部204の内部構成および動作が異なる。

図19にヘッド制御部204の内部構成例を示す。このヘッド制御部204は、主に画像メモリ301、画像メモリ制御部302、マスクメモリ303、マスク制御部304、ヒータ駆動信号生成部305から構成されている。

10 画像メモリ制御部302は前述したように、外部装置201から転送されてくるシリアル画像データVDIを数バンド分画像メモリ301に一時保持するためのメモリ制御と、保持された画像データをヘッド101のスキャンに合わせてヘッド101に画像データVDOとして出力するためのメモリ制御を行っている。画像データVDIを画像メモリ301に入力するときは、外部装置201からのデータの転送タイミングに同期してメモリのアドレス信号の生成を行い、順

15 次画像データVDを格納する。またメモリからヘッド101のスキャンに合わせて出力するときは、主走査リニアスケール109の出力をカウントする主走査カウンタ205から出力される同期信号に同期してメモリのアドレス信号を生成し、メモリから画像データVDを出力する。

マスク制御部304は、記録ヘッドを製造する際の吐出口の形状や向きのばらつきによって生じる画像の濃度むらを平均化するために、画像データに対して所

20 定量のデータを間引き、同一バンドを複数回スキャン印字させて、デューティ100%の画像を印字する際の、データの間引き処理を行っている。（この印字手法は、一般的にマルチパス記録と呼ばれている。）

図20(a)(b)にマルチパス記録の様子を、簡単のために16ノズルからなる単一インク色ヘッドを用いた場合を例に挙げて説明する。第1走査において

25 パターンAのドットを記録する。”●”はこの走査で記録するドットを表す。ついで、用紙搬送方向のヘッド記録幅の1/4(4ドット幅)だけ紙送りを行った後、第2走査においてパターンBの” ”を記録する。図中、”○”はすでに記録されているドット状態を示す。更に第3走査においてパターンCの” ”を記

録し、最後に第4走査でパターンDの“●”を記録する。このような順次処理により、記録を完成する。すなわち、順次4ドット単位の紙送りとA～Dのパターンの記録を順番に行うことにより、4ドット単位の記録領域を4スキャン毎に完成させていく。1回の走査（シングルバス）による記録の場合と異なるのは、4  
5 ドット単位の記録領域を、1ヘッド内の異なる部位の4つのノズルを用いて記録する点にある。このことにより、濃度ムラを抑えた高品位な画像を形成することができる。また、マルチバス記録法は、インクを乾かしながら記録していくといった効果も同時に達成できる。

各走査毎のバス・データを生成する方法としては、上述のように固定的なマスクパターンを用いて記録データを間引くことによりバス・データを生成する方法  
10 （固定間引きと称す）や、記録ドットと非記録ドットとが乱数的に配列されたランダム・マスク・パターンを用いて記録データを間引くことによりバス・データを生成する方法（ランダム間引きと称す）や、データに応じて記録ドットを間引くことによりバス・データを生成する方法（データ間引きと称す）、などが知ら  
15 れている。

マスク制御部304では、上記のマルチバス記録を達成するために、画像メモリ制御部302から出力された画像データVDに対し、所定量のデータを間引く処理を行っている。マスクパターンは印字開始前にCPUによりマスクメモリ303に書き込まれ、印字と同時に画像メモリ制御部302から出力される画像  
20 データVDに同期して、マスクメモリ303から読み出され、両方がONとなっているデータのみヘッド101に出力データVDOとして出力される。

前述したように、ヒータ駆動信号生成部305は、主走査リニアスケール109の出力をカウントする主走査カウンタ205から出力される同期信号に同期して、ヘッドのどのブロックを駆動するか選択する信号（ブロックイネーブル信号  
25 BE0～3）と、ヒータ駆動のパルス信号HEの生成を行っている。ヘッド101では、ブロックイネーブル信号BE0～3とヒータ駆動のパルス信号HE、画像データVDOが全てイネーブルとなっているノズルのみインク吐出が行われる。

第3の実施の形態におけるテストパターンは、外見上は図3に示したものと同

じであるが、垂直バーVBは、前記マルチバス記録により複数バスで印字が行われる。図21(b)に印字した結果を示す。図21(a)はキャリッジに対してヘッドが斜めに取り付けられた状態で、従来のように垂直バーのパターンをシングルバスで印字(マスクによるデータ間引きを行わないで、キャリッジを1回の走査でパターンを形成)した印字結果を示す。この場合、印字結果はヘッドの傾きをそのまま反映している。これに対して図21(b)は前述のマスク方式に従って、垂直バーを4バスで印字した結果を示す。なお、図21においては、あたかも図21(b)の方が印字結果に印字むらがあるように見えるが、記録ヘッドを製造する際の吐出口の形状や向きのばらつきを考慮すると、現実には図21(b)の方が印字むらを平均化できる。(本図はレジずれ量検出用パターン要素のエッジの誤差の状態を示すため、ヘッドが斜めに傾いた場合に限定して記述している。)センサの副走査方向の読み取り範囲が4ドット分であった場合、図21(a)では、パターンに対するセンサの読み取り位置がバーの長手方向において異なる場合、バーのエッジの検出位置に大きな誤差が生じる。例えば、位置Aの場合と位置Bの場合で、誤差Eが生じる。これに対して、図21(b)のマルチバス印字による場合は、このような誤差は発生しないまたは発生してもごく微小で収まる。

例えば、図22(a)のようにCヘッドが右側に傾くとともにKヘッドが左側に傾いていて、且つセンサのキャリッジへの取り付け位置が、パターンに対して最下部の領域に取り付けられている場合を考える。この状態で従来方式でレジずれ検出および補正がされると、補正結果は図22(b)のようにパターンの上部のドットが重なり合って、パターンの最下部では誤差Eが生じていた。これに対して、本発明のように垂直バーのパターン要素を複数バスで印字を行うことにより、補正結果は図22(c)のようにパターンの中心が重なり合って、最も誤差の大きい上下部でも誤差は $E/2$ になる。この誤差の大きさは、マルチバス印字のバス数が多ければ多いほど良好な結果が得られる。

なお、垂直バーVBの読み取りは、図21のA、B、Cのように上下2箇所以上(本実施の形態では3箇所)を繰り返しスキャンし、読み取った値の平均値を算出することが好ましい。これは、次の理由による。複数バスでの印字を行って



も、実際にはヘッドの各ノズルの上下方向の振れやよじれおよび紙送り量の誤差等の要因で、読み取る位置により少々の誤差が発生する。これらの誤差を更に平均化するために、バーの長手方向における読み取り位置を変えながら複数回読み取りを行うことで、誤差を最小限にする制御を行うことができる。

- 5      以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、上記具体例は説明のためであり、本発明を制限する意図はなく、したがって、本発明の請求の範囲内において種々の変形、変更が可能である。

#### 産業上の利用可能性

- 10      本発明によれば、ヘッドを交換した場合におけるヘッドのずれを的確に検出することができる画像形成装置を提供することができる。また、キャリッジおよび印字用紙の移動スピードの変動影響による検出誤差を最小限に抑え、ヘッドのレジずれを的確に検出することが可能となる。原則的にはテストパターン<sup>①</sup>の1回の走査でパターン検出を行うことができるので、ヘッド取り付け位置誤差検出に要
- 15      する時間を短縮することができる。

- また、垂直バーのパターンを複数パスで印字して、そのパターンの検出を2箇所以上で繰り返し、その検出結果の平均値からレジずれ量を算出することにより、ヘッドを製造する際のインク吐出口の形状や向きのばらつきおよびヘッドを取り付ける際の傾き、更にはセンサをキャリッジに取り付ける際のばらつきの影
- 20      響を一層低減することが可能となる。

## 請 求 の 範 囲

1. インクジェット記録方式により複数のヘッドを用いて印字用紙上に画像の形成を行う画像形成装置であって、
  - 5 前記複数のヘッドを搭載するキャリッジを主走査方向に移動させるための主走査方向の移動手段と、  
前記印字用紙を副走査方向に搬送するための用紙搬送手段と、  
少なくとも1つのヘッドにより、予め定めたパターン要素を含むテストパターンを印字するパターン印字手段と、
  - 10 前記キャリッジに搭載され、前記印字手段で印字用紙上に印字されたテストパターンのパターン要素を検出するパターン検出手段と、  
該パターン検出手段の出力を二値化する二値化手段と、  
前記主走査方向のキャリッジの位置を検出するための位置検出手段と、  
前記キャリッジを移動させることにより前記テストパターンのパターン要素を
  - 15 前記パターン検出手段で検出し、前記二値化手段で得られた二値信号の立ち上がり及び／又は立ち下がりエッジが発生したときの前記位置検出手段の検出結果に基づいて、前記パターン要素の印字位置を検出し、各ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置に基づいて、前記主走査方向における各ヘッドの取り付けずれ量を算出する算出手段とを備え、
  - 20 前記位置検出手段は、前記キャリッジの移動経路に併設されたりニアスケールに基づく低分解能位置検出手段と、この低分解能位置検出手段の分解能で定まる最小単位以下の位置を検出するための高分解能位置検出手段とにより構成されることを特徴とする画像形成装置。
- 25 2. 前記テストパターンは、各ヘッドについて、前記主走査方向とはほぼ直角の副走査方向に伸びた少なくとも1本の垂直バーであることを特徴とする請求の範囲1記載の画像形成装置。
3. 前記テストパターンは、各ヘッドについて、前記主走査方向とはほぼ平行に

伸びた少なくとも 1 本の水平バーをパターン要素として含み、前記主走査方向とほぼ直角の副走査方向における印字用紙の搬送量を検出するための搬送量検出手段と、

- 5 該搬送量検出手段の分解能で定まる最小単位以下の搬送量を計測するための計測手段とをさらに備え、

- 前記算出手段は、前記テストパターン印字された印字用紙を前記用紙搬送手段により前記キャリッジに対して移動させることにより前記テストパターンのパターン要素を前記パターン検出手段で検出し、前記二値化手段で得られた二値信号の立ち上がり及び／又は立ち下がりエッジが発生したときの前記搬送量検出手段および計測手段の検出結果に基づいて、前記パターン要素の印字位置を検出  
10 し、各ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置に基づいて、前記副走査方向における各ヘッドの取り付けずれ量を算出することを特徴とする請求の範囲 1 記載の画像形成装置。

- 15 4. 前記パターン検出手段は、発光素子と受光素子から構成される反射型センサであることを特徴とする請求の範囲 1～3 のいずれかに記載の画像形成装置。

5. 前記低分解能位置検出手段は前記リニアスケールに基づくタイミング信号をカウントするカウンタにより構成され、前記高分解能位置検出手段は前記タイミング信号により初期化され、かつ所定のクロック信号で時間計測するタイマにより構成されたことを特徴とする請求の範囲 1 または 2 記載の画像形成装置。  
20

6. 前記パターン印字手段は、前記垂直バーの分割された各部分を構成する複数のドットを単一のヘッドの異なる部分により分担して、順次複数のバスで記録  
25 することを特徴とする請求の範囲 2 記載の画像形成装置。

7. 前記算出手段は、前記垂直バーの長手方向に異なる少なくとも 2 箇所において前記パターン検出手段により当該垂直バーの検出動作を行い、該検出結果の平均値に基づいて前記垂直バーの印字位置を求めることを特徴とする請求の範囲

1 または 6 に記載の画像形成装置。

8. 前記パターン要素が検出された時点における前記リニアスケールの単位時間間隔を計測する手段と、

- 5 前記単位時間間隔の実測値と理論値とに基づいて前記タイマの測定値を補正する手段とを備えたことを特徴とする請求の範囲 5 記載の画像形成装置。

9. インクジェット記録方式により複数のヘッドを用いて印字用紙上に画像の形成を行う画像形成装置であって、

- 10 前記複数のヘッドを搭載するキャリッジを主走査方向に移動させるための主走査方向の移動手段と、

前記印字用紙を副走査方向に搬送するための用紙搬送手段と、

少なくとも 1 つのヘッドにより、予め定めたパターン要素を含むテストパターンを印字するパターン印字手段と、

- 15 前記キャリッジに搭載され、前記印字手段で印字用紙上に印字されたテストパターンのパターン要素を検出するパターン検出手段と、

該パターン検出手段の出力を二値化する二値化手段と、

前記主走査方向のキャリッジの位置を検出するための位置検出手段と、

- 20 前記キャリッジを移動させることにより前記テストパターンのパターン要素を前記パターン検出手段で検出し、前記二値化手段で得られた二値信号の立ち上がり及び／又は立ち下がりエッジが発生したときの前記位置検出手段の検出結果に基づいて、前記パターン要素の印字位置を検出し、各ヘッドで印字された各パターン要素の印字位置に基づいて、前記主走査方向における各ヘッドの取り付けずれ量を算出する算出手段とを備え、

- 25 前記テストパターンは、各ヘッドについて、前記主走査方向とほぼ直角の副走査方向に伸びた少なくとも 1 本の垂直バーをパターン要素として含み、

前記パターン印字手段は、前記垂直バーを複数の部分に分割し、各垂直バー部分を構成する複数のドットをヘッドの異なる部分により分担して、順次複数のパスで記録することを特徴とする画像形成装置。

10. 前記算出手段は、求められたパターン要素の両エッジの位置から当該パターン要素の幅の中心位置を求めることを特徴とする請求の範囲1または9記載の画像形成装置。

5

11. キャリッジの移動経路に併設されたりニアスケールを備えた画像形成装置において、印字用紙上にヘッドにより実際に印字が行われた印字位置とその印字目標位置とのずれを検出する方法であって、

前記リニアスケールの分解能により決まる単位間隔の内部位置を検出するためのタイマを設け、

主走査方向に走査されるキャリッジに搭載されたヘッドにより印字用紙上の目標位置に所定の印字要素を印字し、

前記キャリッジに搭載されたセンサにより前記印字要素を検出し、

この印字要素の検出時点で、前記リニアスケールに基づいて低分解能位置を検出するとともに、前記タイマにより前記単位間隔内の高分解能位置を検出し、

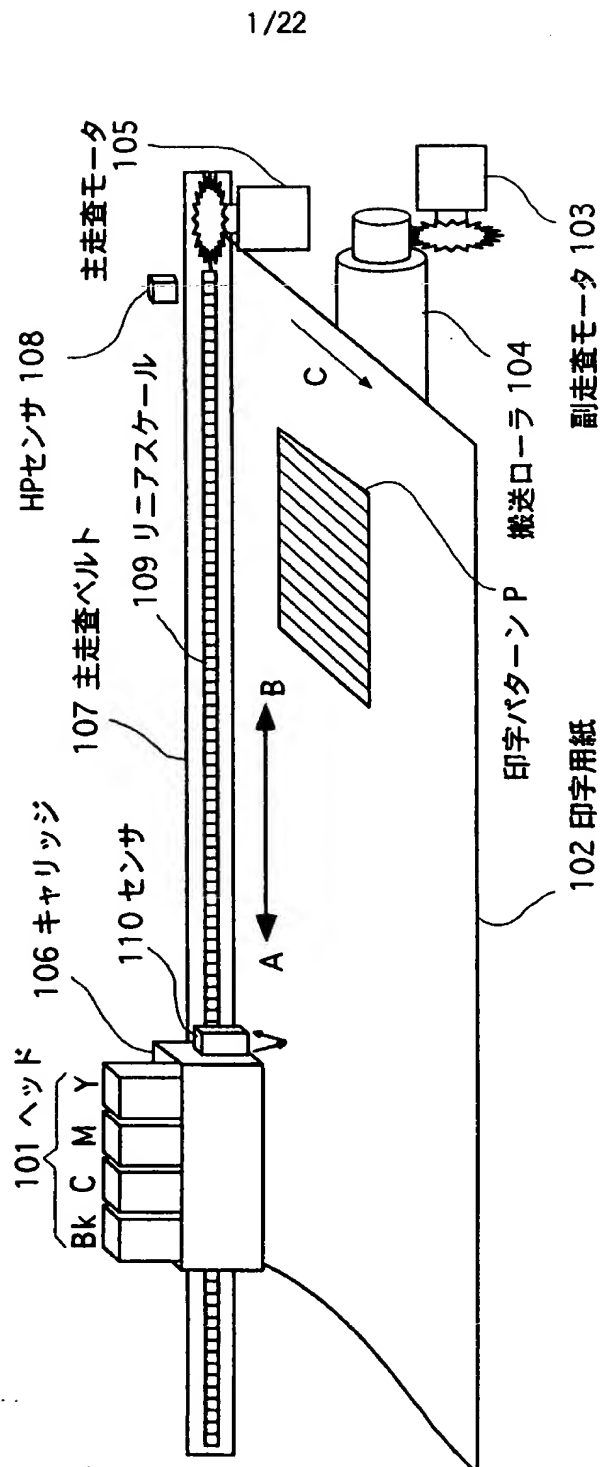
この検出された位置と前記印字目標位置とのずれを求める

ことを特徴とする方法。

12. 前記リニアスケールの最小単位間隔を計測した実測値とその理論値とに基づいて、前記前記タイマにより検出された前記単位間隔内の高分解能位置を補正することを特徴とする請求の範囲11記載の方法。

20

FIG. 1





3/22

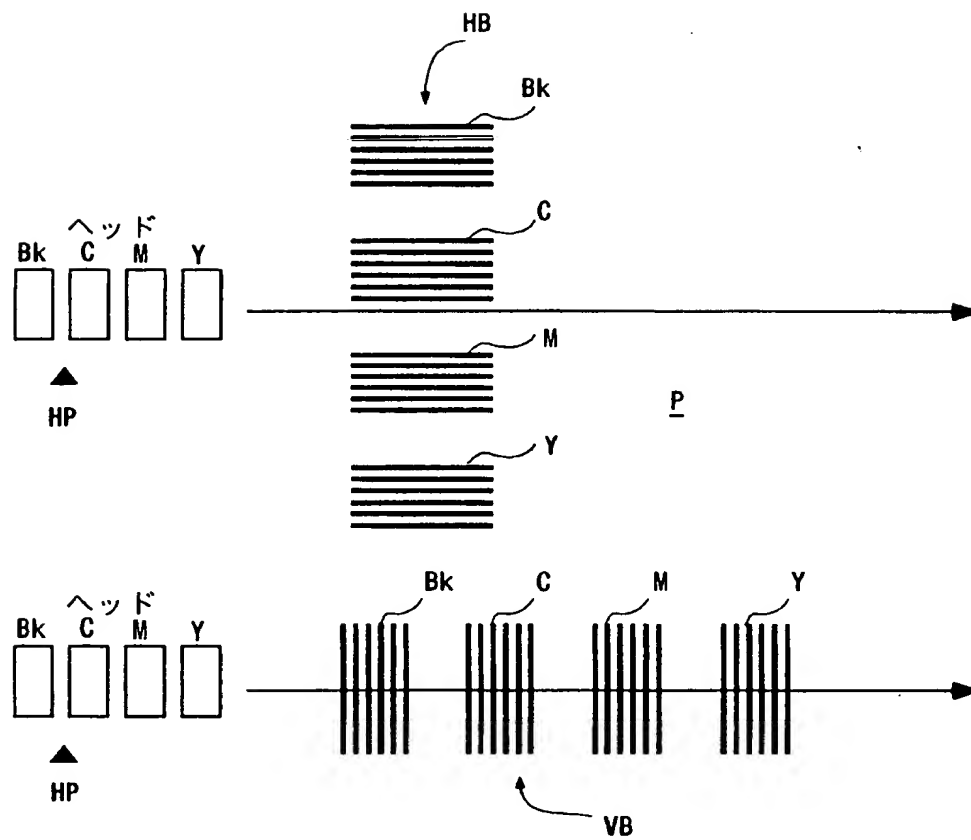


FIG. 3



WO 00/64677

PCT/JP00/02670

4/22

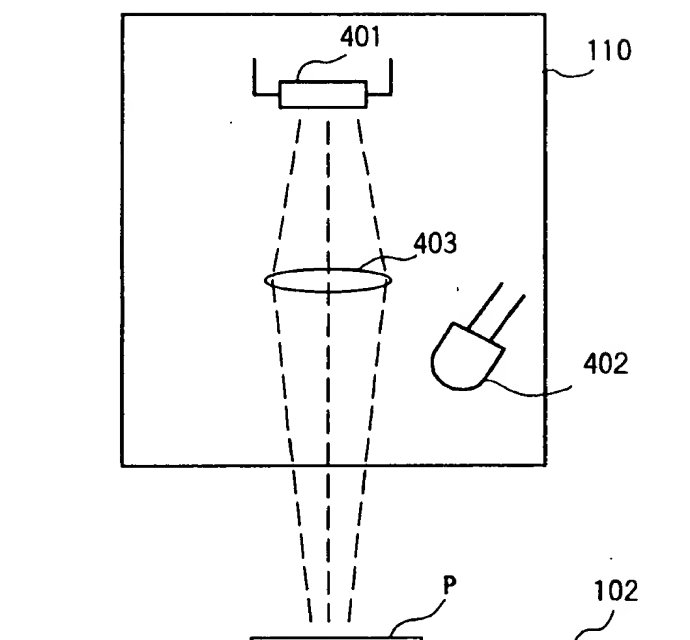
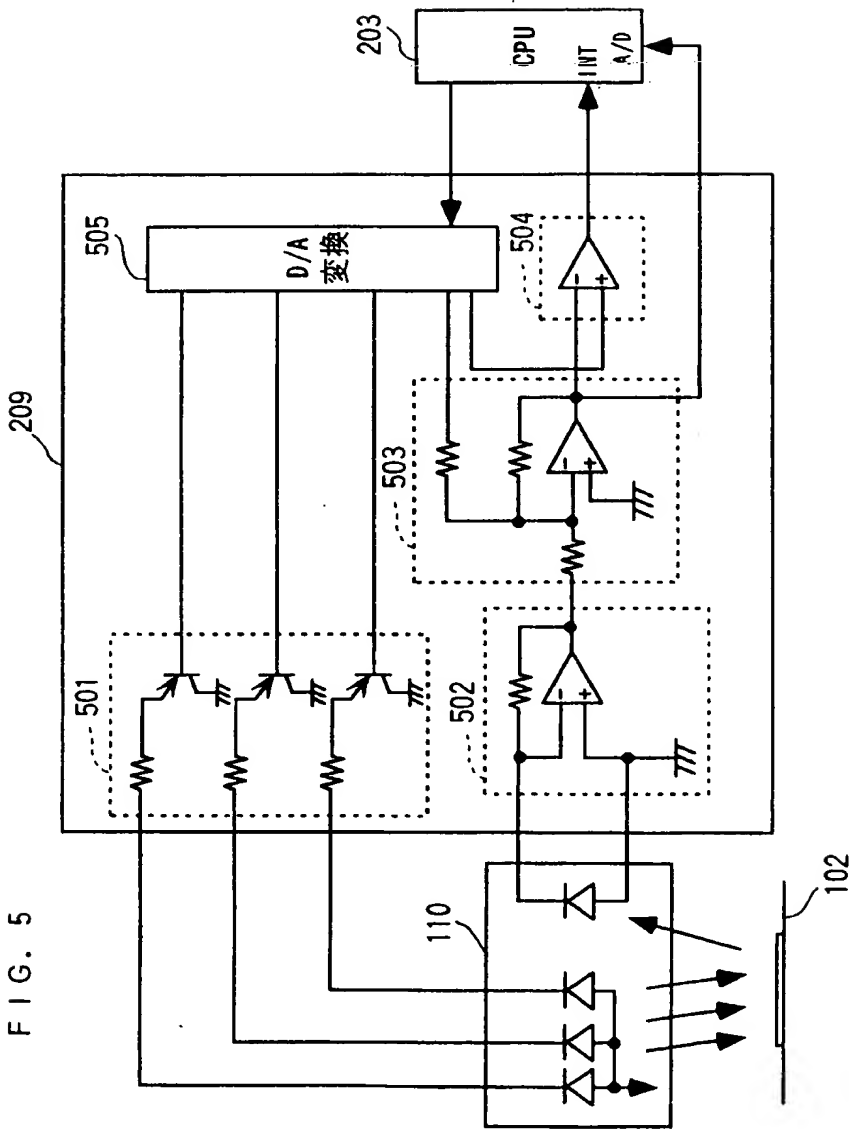


FIG. 4



6/22

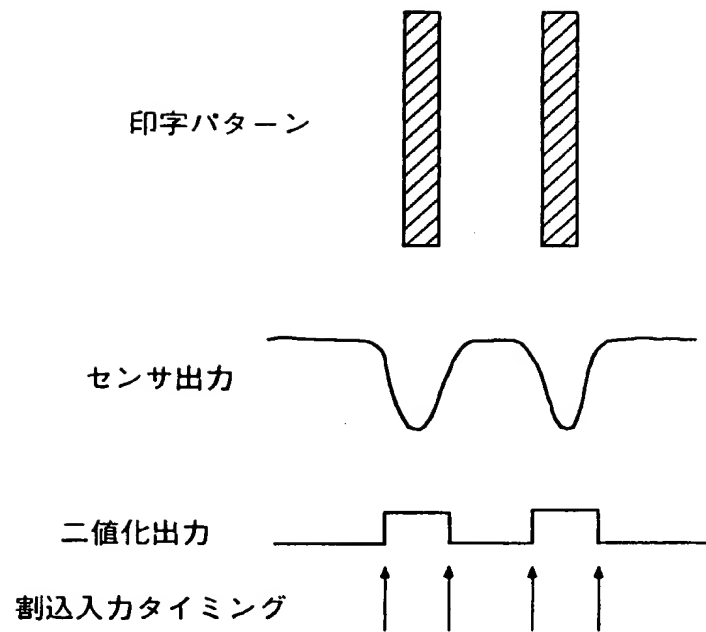
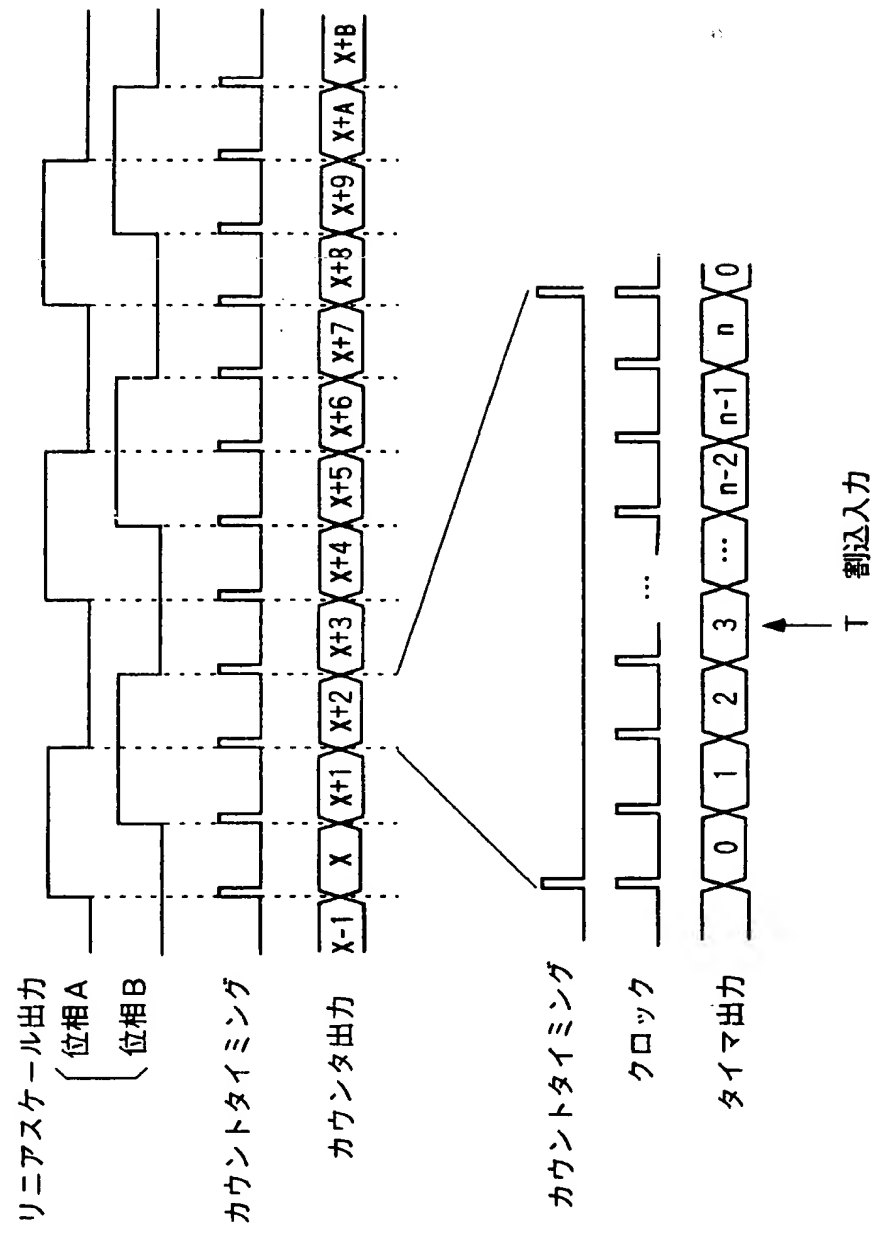


FIG. 6

FIG. 7



8/22

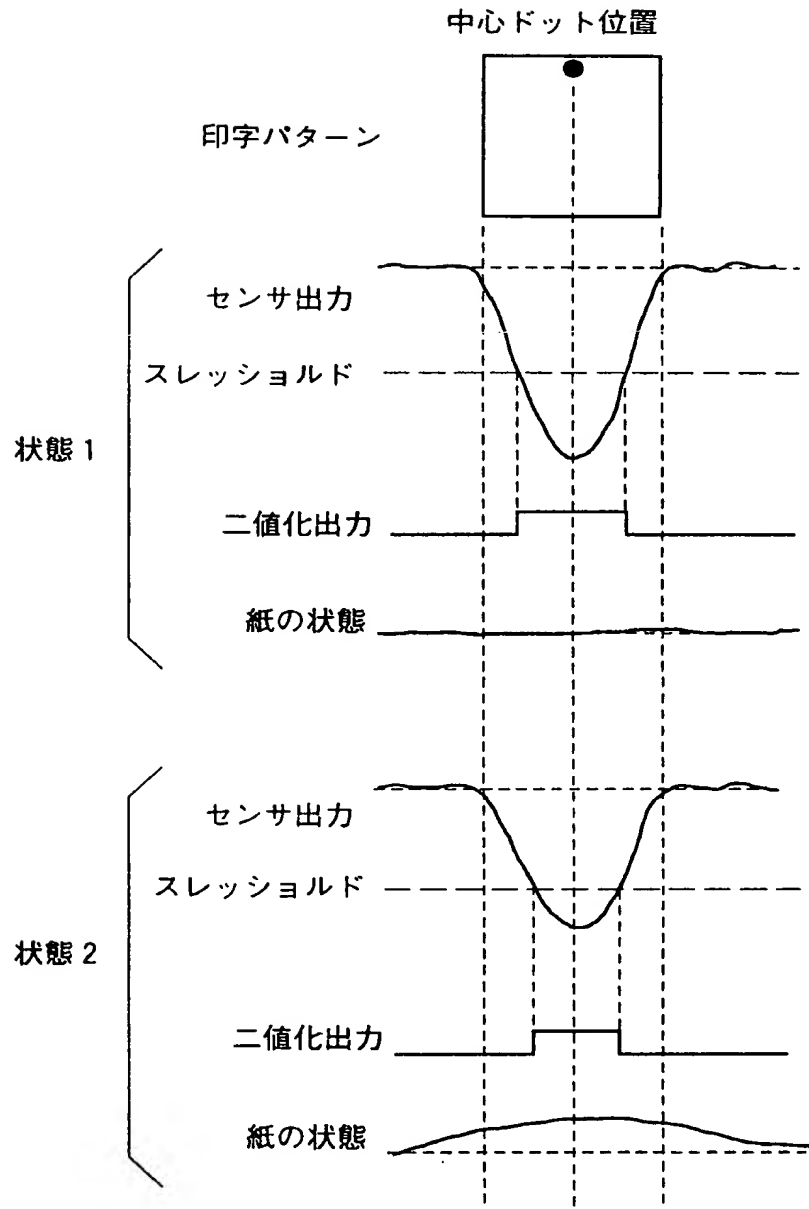
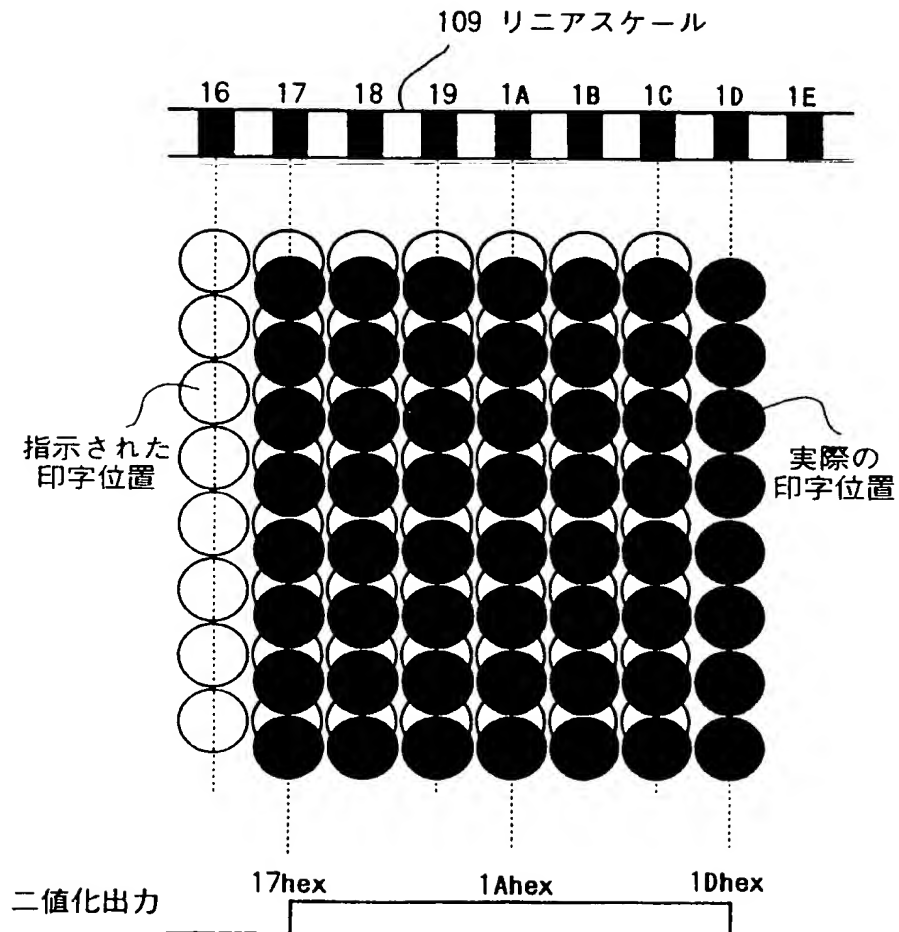
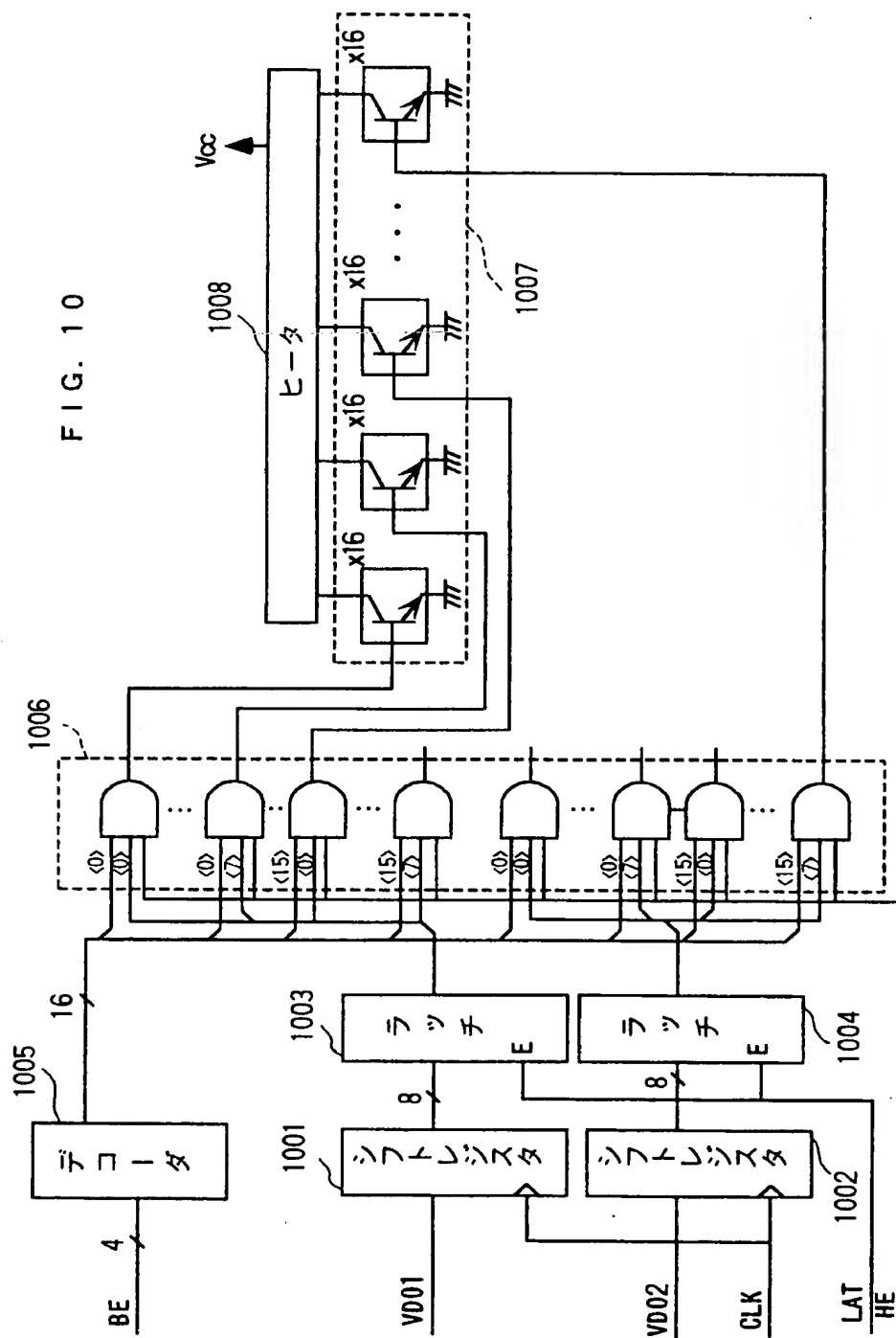


FIG. 8

9/22

FIG. 9





11/22

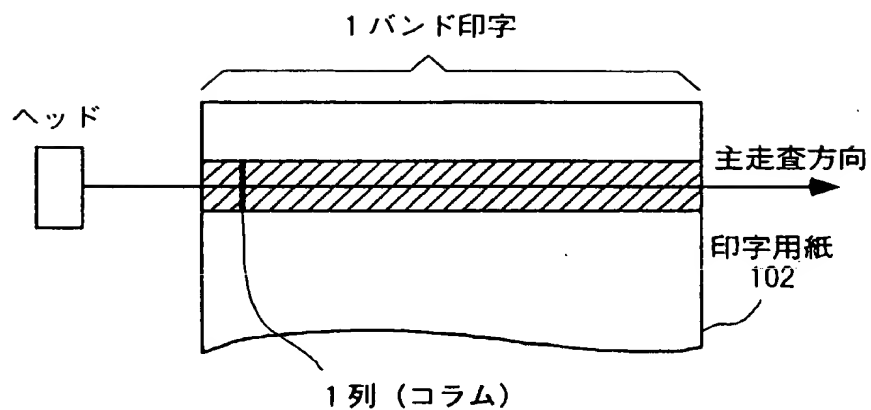


FIG. 11

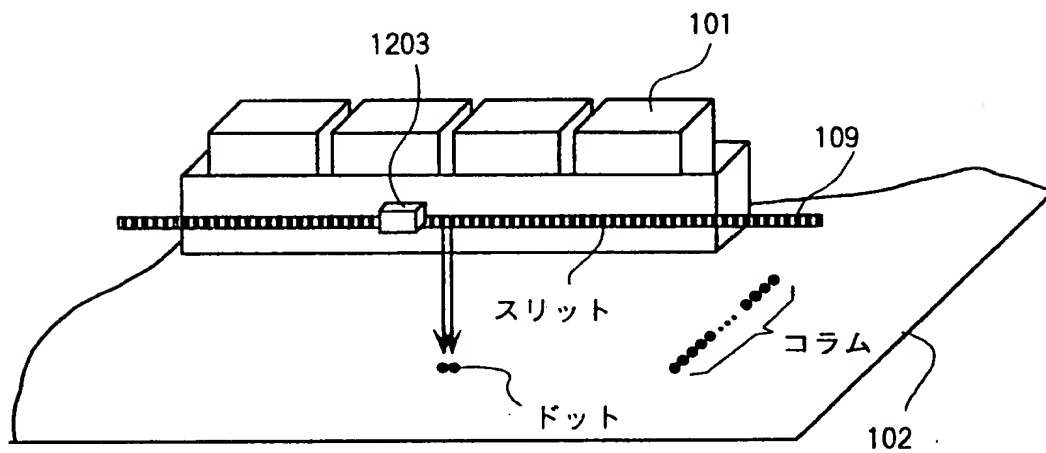
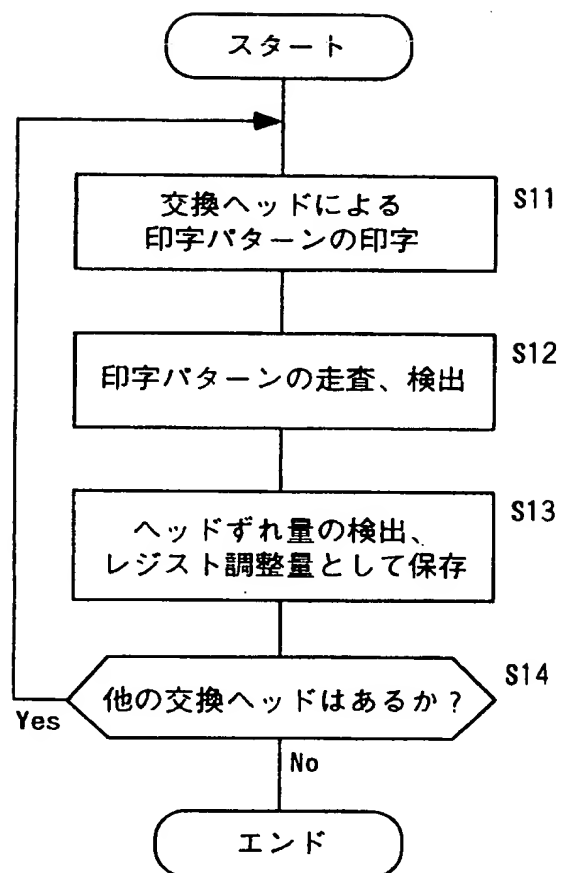


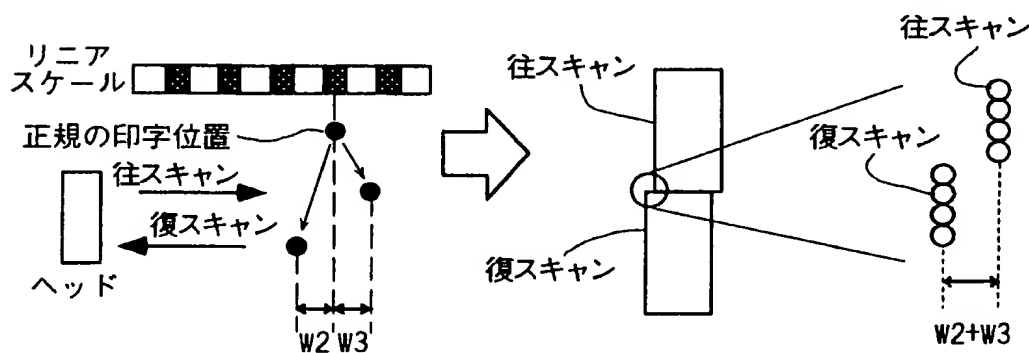
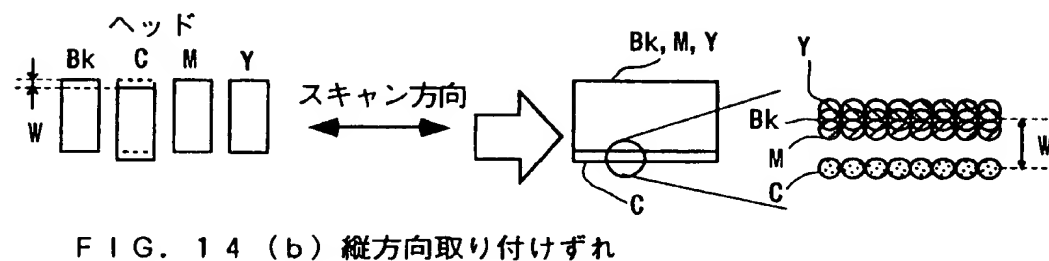
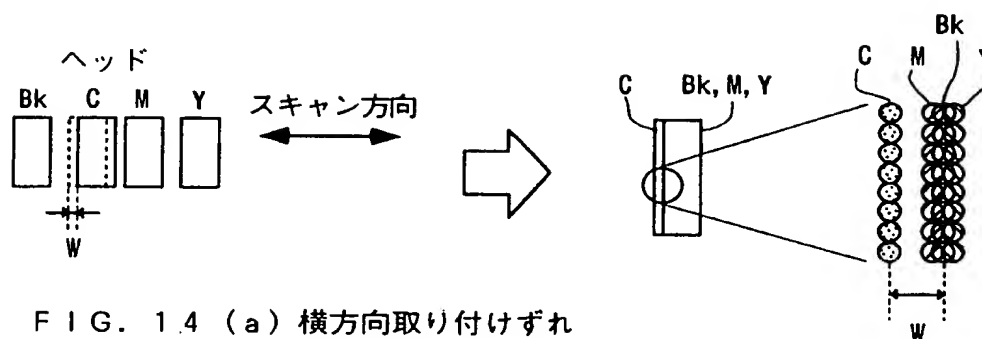
FIG. 12



12/22

FIG. 13





14/22

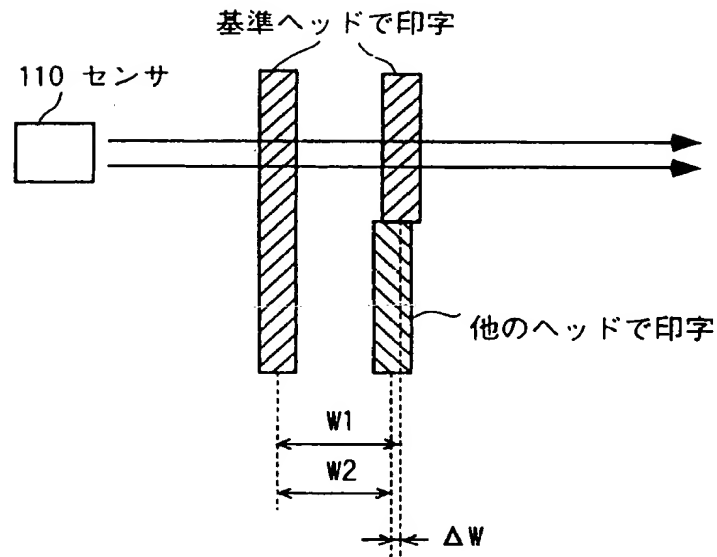


FIG. 15

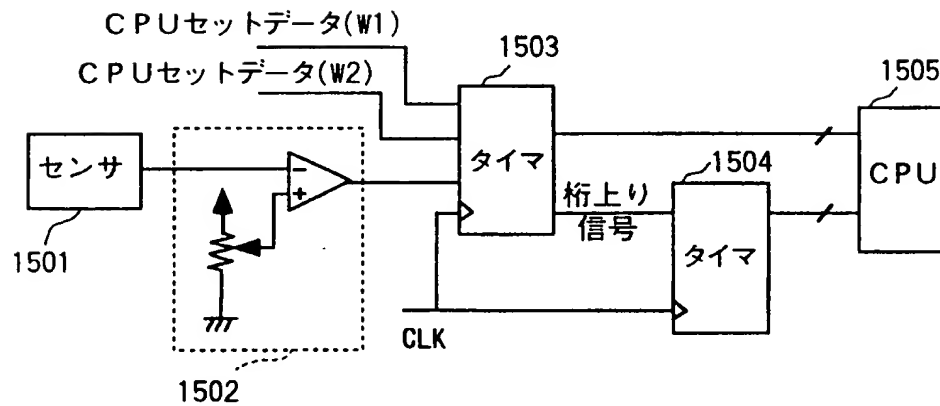
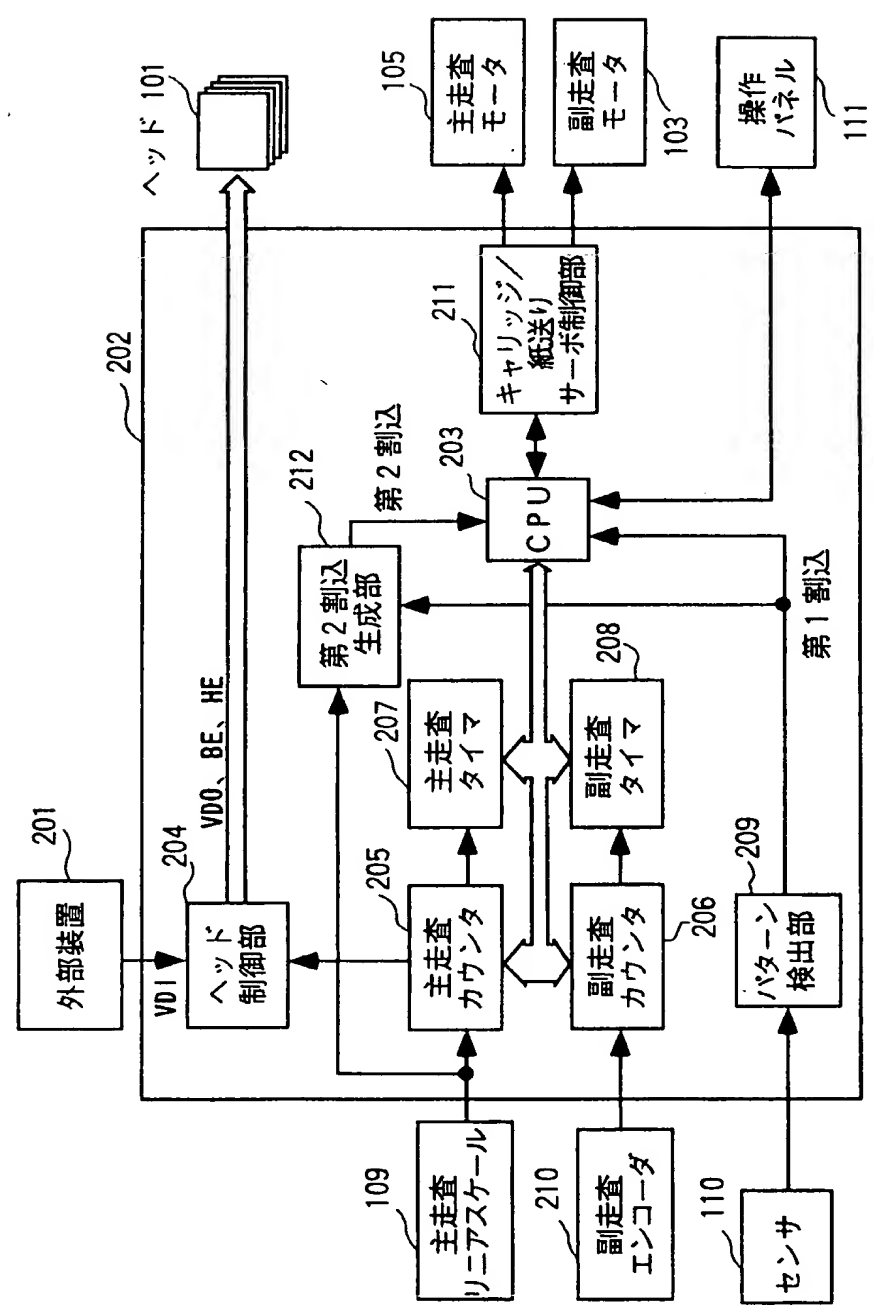


FIG. 16

FIG. 17





17/22

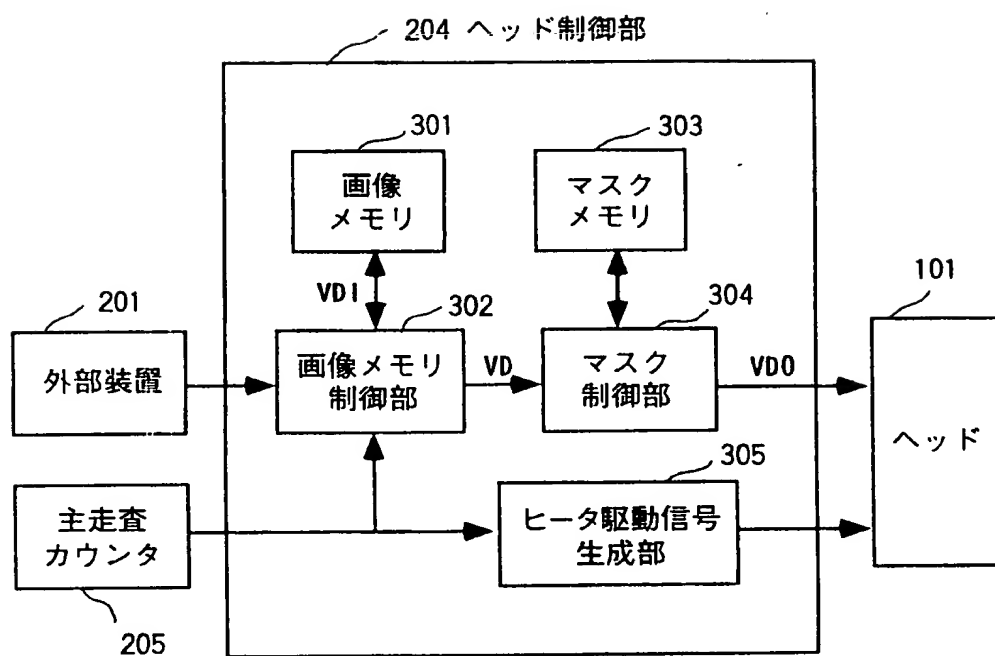


FIG. 19

18/22

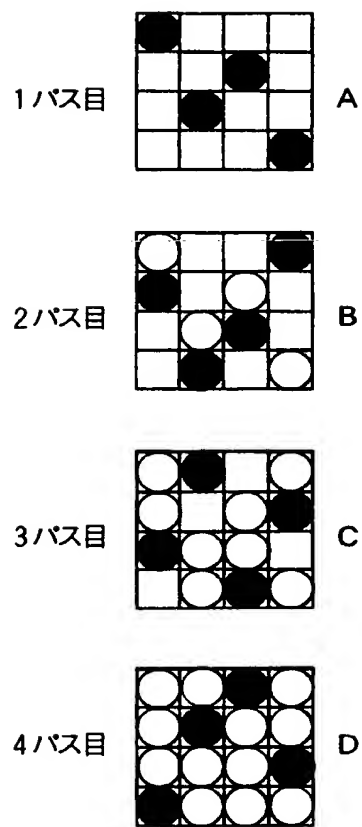


FIG. 20 (a)

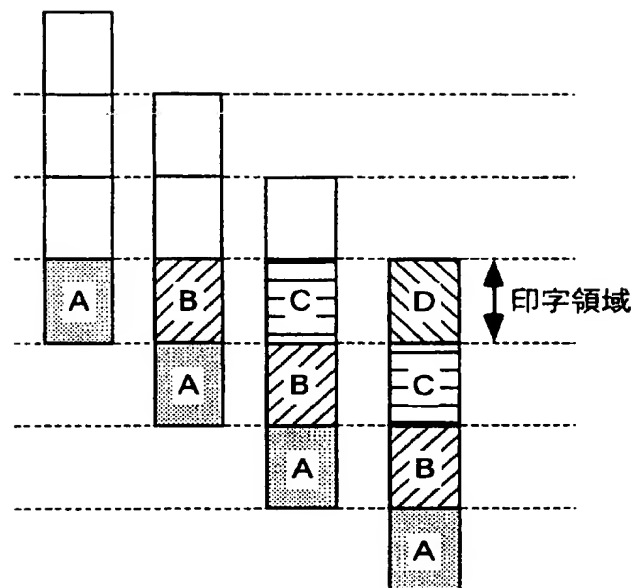


FIG. 20 (b)

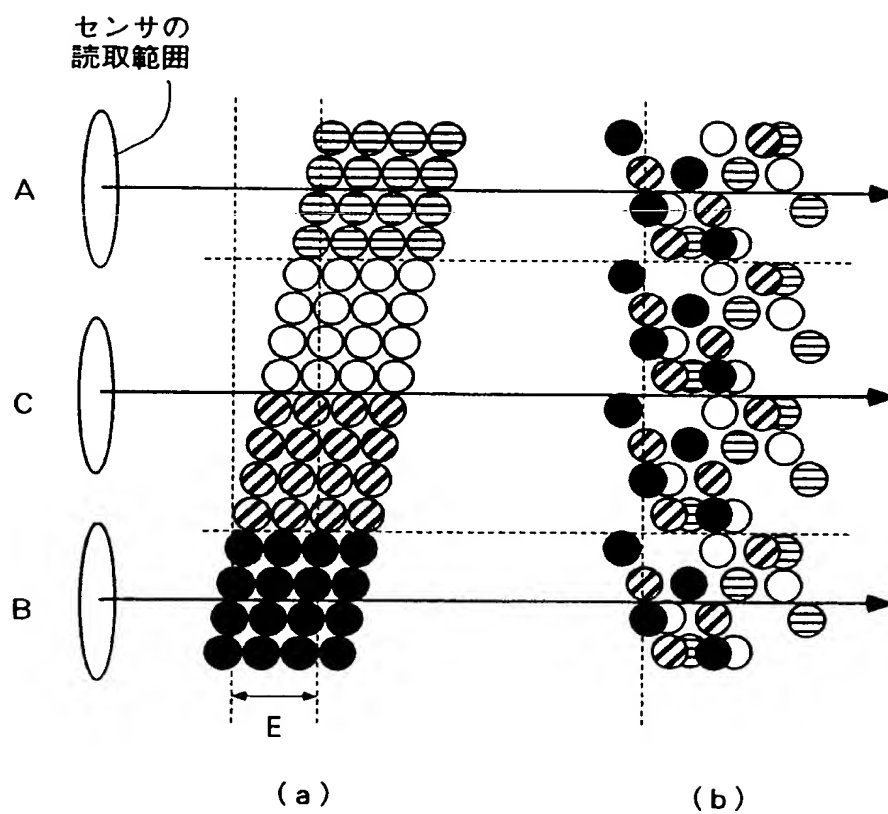


FIG. 21



20/22

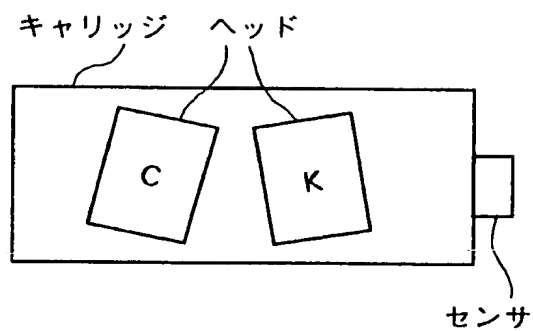


FIG. 22 (a)

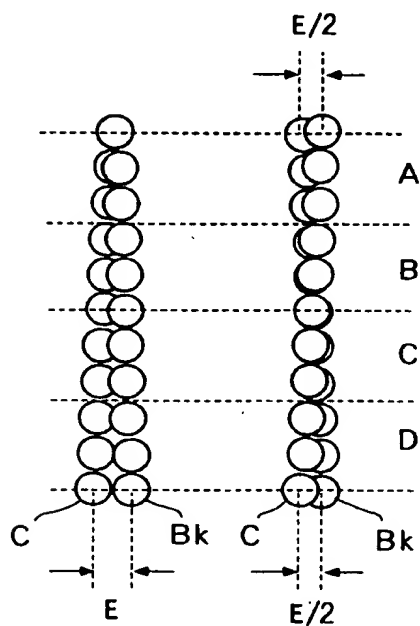


FIG. 22 (b) FIG. 22 (c)

21/22

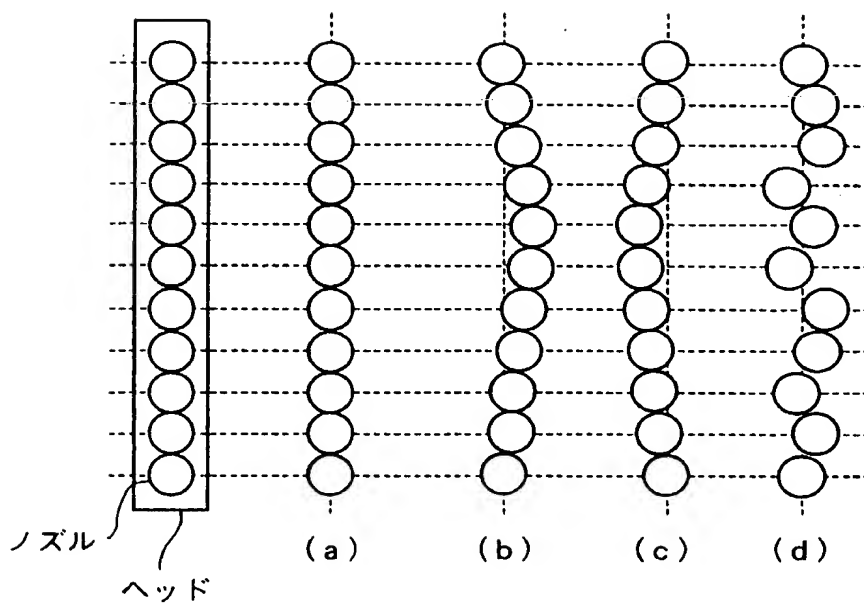


FIG. 23

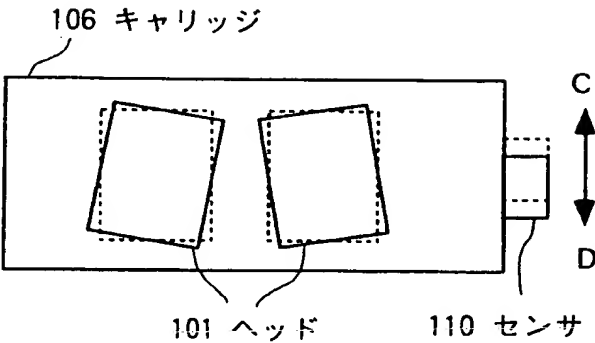


FIG. 24

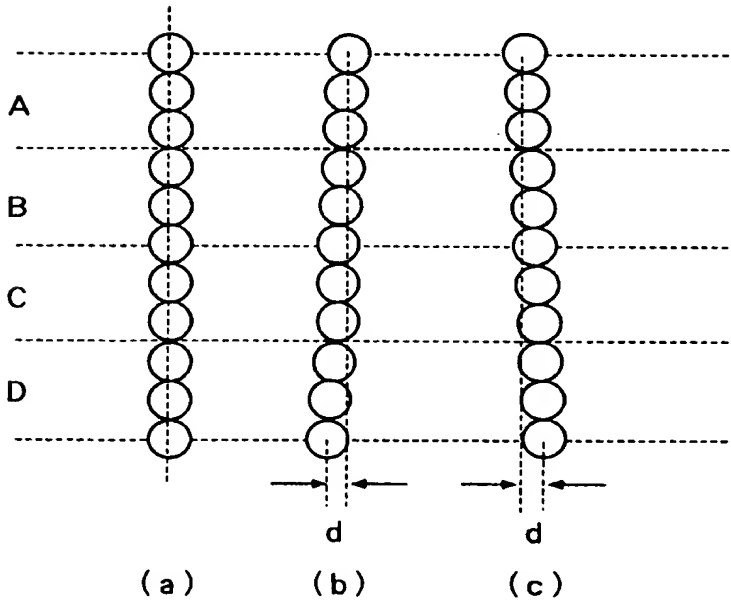


FIG. 25